



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL FACULDADE DE
ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA – FAENG

Tauana de Oliveira Cunha

**Avaliação do rebaixamento de aquífero em área de plantação de eucalipto: fatores
naturais e/ou antrópicos**

Campo Grande

Junho/2026



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL FACULDADE DE
ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO E GEOGRAFIA – FAENG

Tauana de Oliveira Cunha

**Avaliação do rebaixamento de aquífero em área de plantação de eucaliptos: fatores
naturais e/ou antrópicos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à
Faculdade de engenharia, arquitetura e urbanismo
e geografia, da Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, para obtenção do título de Bacharel
em Engenharia Ambiental.
Orientadora: Prof. Dr. Sandra Garcia Gabas

Campo Grande
Junho/2026



Resumo

Este trabalho visa analisar a variação do nível d'água de aquífero livre no município de Três Lagoas, investigando sua relação com fatores antrópicos, em especial a silvicultura, e fatores naturais, com destaque para as variações climáticas e pluviométricas. Para isso, foram utilizados dados pluviométricos obtidos junto ao INMET e ao CEMTEC, dados de vazão da estação hidrométrica UHE Jupiá, disponibilizados pela ANA, informações hidrogeológicas provenientes da rede RIMAS, da Sanesul e de poços outorgados pelo IMASUL, além de dados espaciais do MapBiomas referentes às áreas de silvicultura. As análises envolveram a avaliação temporal dos níveis estáticos dos poços, correlacionando-os com os índices de precipitação, vazão e distribuição espacial das áreas de cultivo de eucalipto. Os resultados indicaram que as oscilações observadas nos níveis freáticos apresentam possível relação com as variabilidades climáticas. Nos poços de abastecimento da Sanesul, observaram-se indícios de influência associada ao bombeamento e à exploração da água subterrânea. Entretanto, a ausência de séries históricas contínuas de monitoramento impossibilitou a confirmação conclusiva dessa influência. Da mesma forma, não foi possível comprovar a relação direta entre as áreas de silvicultura e o rebaixamento dos aquíferos, em razão da inexistência de poços de monitoramento localizados próximos às áreas plantadas. A limitação e descontinuidade dos dados disponíveis restringiram a abrangência das análises, evidenciando a necessidade de ampliação da rede de monitoramento hidrogeológico na região.

Palavras chave: Aquífero livre, nível estático, silvicultura, monitoramento.

Abstract

This study aims to analyze the variation in the water table level of the unconfined aquifer in the municipality of Três Lagoas, investigating its relationship with anthropogenic factors, especially forestry, and natural factors, highlighting climatic and rainfall variations. To this end, rainfall data obtained from INMET and CEMTEC, flow data from the UHE Jupiá hydrometric station provided by ANA, hydrogeological information from the RIMAS network, Sanesul, and wells authorized by IMASUL, as well as spatial data from MapBiomas relating to forestry areas were used. The analyses involved the temporal evaluation of static well levels, correlating them with precipitation, flow, and spatial distribution indices of eucalyptus cultivation areas. The results indicated that the observed oscillations in groundwater levels may be related to climatic variability. In the Sanesul water supply wells, evidence of influence associated with pumping and exploitation of groundwater was observed. However, the absence of continuous historical monitoring series made it impossible to conclusively confirm this influence. Similarly, it was not possible to prove a direct relationship between forestry areas and aquifer drawdown, due to the lack of monitoring wells located near the planted areas. The limitation and discontinuity of the available data restricted the scope of the analyses, highlighting the need to expand the hydrogeological monitoring network in the region.

Keywords: Unconfined aquifer, static level, forestry, monitoring.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa das Unidades Hidrogeológicas do Estado de Mato Grosso Do Sul.	17
Figura 2 – Esquema para a recarga de aquíferos.	29
Figura 3 – Cobertura Vegetal, Geologia, Geomorfologia e Pedologia do Município de Três Lagoas.	35
Figura 4 – Hidrogeologia do município de Três Lagoas.....	37
Figura 5 – Localização do pluviômetro do INMET, dos poços outorgados (IMASUL), dos poços de abastecimento (Sanesul) e do poço de monitoramento da rede RIMAS em relação às áreas de silvicultura identificadas pelo MapBiomas no município de Três Lagoas/MS.	38
Figura 6 – Localização dos poços perto das áreas de silvicultura.	39



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precipitação Acumulada (mm) na estação A704 – Três Lagoas.	41
Gráfico 2 – Média das Temperaturas (°C) na estação A704 – Três Lagoas.	42
Gráfico 3 – Média da Vazão (m³/s) na estação 63003200 – UHE Jupia Fazenda São Sebastião.	43
Gráfico 4 – Variação do nível estático do Poço MNT/MS/TL01.....	45
Gráfico 5 – Variação do nível estático do Poço TLG – 001.....	49
Gráfico 6 – Variação do nível estático do Poço TLG – 002.....	49
Gráfico 7 – Variação do nível estático do Poço TLG – 007.....	50
Gráfico 8 – Variação do nível estático do Poço TLG – 009.....	50
Gráfico 9 – Variação do nível estático do Poço TLG – 013.....	51
Gráfico 10 – Variação do nível estático do Poço TLG – 014.....	51
Gráfico 11 – Variação do nível estático do Poço TLG – 021.....	52
Gráfico 12 – Variação do nível estático do Poço TLG – 023.....	52
Gráfico 13 – Variação do nível estático do Poço TLG – 024.....	53
Gráfico 14 – Variação do nível estático do Poço TLG – 025.....	53
Gráfico 15 – Variação do nível estático do Poço TLG – 026.....	54
Gráfico 16 – Variação do nível estático do Poço TLG – 027.....	54
Gráfico 17 – Variação do nível estático do Poço TLG – 028.....	55
Gráfico 18 – Variação do nível estático do Poço TLG – 029.....	55
Gráfico 19 – Variação do nível estático do Poço TLG – 030.....	56
Gráfico 20 – Variação do nível estático do Poço TLG – 031.....	56
Gráfico 21 – Variação do nível estático do Poço TLG – 032.....	57
Gráfico 22 – Variação do nível estático do Poço TLG – 033.....	57
Gráfico 23 – Variação do nível estático do Poço TLG – 034.....	58
Gráfico 24 – Variação do nível estático do Poço TLG – 036.....	58
Gráfico 25 – Variação do nível estático do Poço TLG – 042.....	59
Gráfico 26 – Variação do nível estático do Poço DURH005599.....	61
Gráfico 27 – Variação do nível estático do Poço DURH008364.....	61



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Gráfico 28 – Variação do nível estático do Poço DURH021800	62
Gráfico 29 – Variação do nível estático do Poço DURH006975	62
Gráfico 30 – Variação do nível estático do Poço DURH002100	63
Gráfico 31 – Variação do nível estático Poço DURH002101	64
Gráfico 32 – Variação do nível estático do Poço DURH008593	65
Gráfico 33 – Nível estático dos poços com profundidade < 100 m.	67
Gráfico 34 – Nível estático dos poços com profundidade $\geq$ 100 m.	67
Gráfico 35 – Variação (%) do Nível Estático (NE) dos poços com profundidade < 100 m...68	
Gráfico 36 – Variação (%) do Nível Estático (NE) dos poços com profundidade $\geq$ 100 m...68	
Gráfico 37 - Nível estático dos poços em áreas próximas à silvicultura.	69
Gráfico 38 – Comparativo Vazão (m ³ /s) x Precipitação (mm).	71



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação dos Aquíferos.	15
Quadro 2 – Classificação dos aquíferos do Estado de Mato Grosso do Sul	16
Quadro 3 – Fontes de dados e respectivos dados coletados.	32
Quadro 4 – Precipitação Acumulada (mm) na estação A704 – Três Lagoas.....	81



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área de Plantação de Eucalipto no Brasil, de 2014 a 2023.	21
Tabela 2 – Crescimento da área de eucalipto Mato Grosso do Sul, de 2014 a 2023.	22
Tabela 3 – Dados da Precipitação Acumulada (mm), Temperatura Máxima (°C) e Vazão (m ³ /s) por estação chuvosa (Out – Abr) e estação seca (Mai – Set).....	40
Tabela 4 – Dados do Poço MNT/MS/TL01.	44
Tabela 5 – Dados de Monitoramento do Poço MNT/MS/TL01.....	45
Tabela 6 – Dados dos Poços de Abastecimento da Sanesul.	47
Tabela 7 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 001.....	49
Tabela 8 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 002.....	49
Tabela 9 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 007.....	50
Tabela 10 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 009.....	50
Tabela 11 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 013.....	51
Tabela 12 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 014.....	51
Tabela 13 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 021.....	52
Tabela 14 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 023.....	52
Tabela 15 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 024.....	53
Tabela 16 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 025.....	53
Tabela 17 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 026.....	54
Tabela 18 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 027.....	54
Tabela 19 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 028.....	55
Tabela 20 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 029.....	55
Tabela 21 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 030.....	56
Tabela 22 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 031.....	56
Tabela 23 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 032.....	57
Tabela 24 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 033.....	57
Tabela 25 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 034.....	58
Tabela 26 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 036.....	58
Tabela 27 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 042.....	59



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Tabela 28 – Dados dos Poços de Outorgados do IMASUL.	60
Tabela 29 – Dados de Monitoramento do Poço DURH005599	61
Tabela 30 – Dados de Monitoramento do Poço DURH008364	61
Tabela 31 – Dados de Monitoramento do Poço DURH021800	62
Tabela 32 – Dados de Monitoramento do Poço DURH006975	62
Tabela 33 – Dados de Monitoramento do Poço DURH002100	63
Tabela 34 – Dados de Monitoramento do Poço DURH002101	64
Tabela 35 – Dados de Monitoramento do Poço DURH008593	65



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ANA: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
APPs: Área de Preservação Permanente
CEMTEC: Centro de Monitoramento do Tempo e do Clima de Mato Grosso do Sul
CPRM: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMASUL: Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul
INMET: Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change
ONU: Organização das Nações Unidas
PERH: Plano Estadual de Recursos Hídricos
RIMAS: Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas
SAB: Sistema Aquífero Bauru
SAAP: Sistema Aquífero Aquidauana–Ponta Grossa
SAG: Sistema Aquífero Guarani
SAC: Sistema Aquífero Cenozoico
SAF: Sistema Aquífero Furnas
SANESUL: Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul
SAP: Sistema Aquífero Pré-Cambriano
SAPCC: Sistema Aquífero Pré-Cambriano Calcário
SASG: Sistema Aquífero Serra Geral
SBG: Serviço Geológico do Brasil
SIG: Sistema de Informação Geográfica
UHE: Usina Hidrelétrica
UNESCO: Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNFCCC: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	Objetivo Geral	14
2.2	Objetivos Específicos	14
3	REVISÃO LITERÁRIA.....	15
3.1	Aquíferos.....	15
3.1.1	Aquífero Bauru.....	17
3.1.2	Variação de nível freático e Rebaixamento aquíferos	18
3.2	Silvicultura.....	21
3.3	Mudanças Climáticas.....	25
4	MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1	Área de Estudo	31
4.2	Metodologia.....	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1	Características do Município	35
5.2	Dados Climáticos e de Vazão.....	39
5.3	Poços Aquífero Bauru	43
5.3.1	Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS).....	43
5.3.2	Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul (Sanesul)	47
5.3.3	Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL)	59
5.4	Discussões.....	66
6	CONCLUSÃO	73
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
8	ANEXOS	81
8.1	ANEXOS 1 – Dados INMET e CEMTEC	81



1 INTRODUÇÃO

A água subterrânea configura-se como um dos recursos hídricos mais estratégicos para o abastecimento humano, a irrigação agrícola, o setor industrial e a preservação dos ecossistemas. Estima-se que aproximadamente 99% de toda a água doce em estado líquido disponível no planeta corresponda às reservas subterrâneas (UNESCO, 2022). Esse recurso já é responsável por cerca de metade do volume de água captado para consumo doméstico, ainda segundo UNESCO (2022), em escala global, constituindo a principal fonte de água potável para a maioria da população rural que não dispõe de sistemas públicos ou privados de abastecimento.

No Brasil, a dependência desse recurso é ainda mais expressiva, considerando que diversos municípios utilizam a água subterrânea como fonte principal ou exclusiva de abastecimento público. Para Hirata *et al.* (2019), estima-se que há mais de 2,5 milhões de poços tubulares no país e diversos setores utilizam essa água, sendo os principais usos o abastecimento doméstico (30%), agropecuária (24%) abastecimento urbano (18%) e abastecimento múltiplos (14%) industrial (10%) e outros (4%).

A crescente pressão sobre os aquíferos tem revelado problemas relacionados ao rebaixamento piezométrico, que ocorre quando a extração de água subterrânea ultrapassa a capacidade de recarga natural. De acordo com UNESCO (2022), as mudanças climáticas agravam esse cenário ao alterar os padrões de precipitação e o escoamento superficial, afetando diretamente a reposição hídrica proveniente de córregos, lagoas e áreas úmidas. Estudos como de Ballarin *et al.* (2023) evidenciam que as mudanças climáticas têm potencial para modificar profundamente o ciclo hidrológico, alterando padrões de precipitação, frequência e intensidade de eventos extremos, o que compromete a disponibilidade hídrica.

A silvicultura, ciência voltada à regeneração e ao manejo de florestas para produção de matérias-primas, tem apresentado crescimento expressivo no Brasil. Entre 2014 e 2023, a área de florestas plantadas aumentou 8,6%, atingindo 7,5 milhões de hectares (IBGE, 2023). Em 2023, cinco estados concentravam mais de 74% dessa área: Minas Gerais (27,43%), Mato Grosso do Sul (18,02%), São Paulo (13,32%), Rio Grande do Sul (7,97%) e Bahia (7,42%). No Mato Grosso do Sul, a área cultivada com eucalipto cresceu 53,45% em nove anos, totalizando 1,36 milhão de hectares em 2023, impulsionada por investimentos de grandes empresas do setor de celulose, como Eldorado, Arauco e Suzano (IBGE, 2023).



Apesar de seu reconhecido valor econômico, a expansão de florestas homogêneas de eucalipto tem suscitado preocupações quanto aos possíveis impactos sobre os recursos naturais, especialmente os hídricos subterrâneos. Pesquisas recentes, como as de Belachew e Minale (2025), evidenciam que o cultivo de eucalipto pode ocasionar alterações no escoamento superficial, redução da umidade do solo e diminuição da recarga dos aquíferos. De forma semelhante, Vital (2007) destaca que essas plantações podem provocar compactação do solo, afetando sua fertilidade e a disponibilidade de nutrientes e água. Brites e Vermeulen (2013) observaram reduções no nível do lençol freático, entre 10 e 16 metros ao longo de 13 anos, em áreas de plantio de eucalipto no Lago Santa Lúcia, na África do Sul. Resultados semelhantes foram relatados por Garg *et al.* (2020) na Índia, onde a recarga subterrânea foi reduzida em aproximadamente 33%, passando de 87 mm para 58 mm.

No município de Três Lagoas/MS, a temática ganha relevância especial em função da intensa expansão da silvicultura de eucalipto. Segundo o IBGE (2023), o município ocupa a segunda posição em área plantada no estado, correspondendo a 21,17% da área total de Mato Grosso do Sul. Trata-se de uma atividade que demanda elevada disponibilidade hídrica e pode interferir diretamente nos processos de recarga subterrânea, conforme apontado por Belachew e Minale (2025). Além disso, fatores naturais, como a variabilidade pluviométrica e as mudanças climáticas, também exercem influência significativa sobre a recarga dos aquíferos, ampliando os riscos de desequilíbrio entre oferta e demanda. Nesse sentido, Döll & Flörke (2005) demonstraram que uma redução média de 4,2% na precipitação anual pode ocasionar uma diminuição de aproximadamente 1,8% na recarga dos aquíferos até 2050.

Nesse contexto, a avaliação do rebaixamento dos aquíferos em Três Lagoas é fundamental para subsidiar políticas públicas de gestão integrada dos recursos hídricos, orientar o planejamento territorial e promover práticas de manejo sustentável que conciliem produção econômica, conservação ambiental e segurança hídrica.



2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a variação do nível d'água de aquífero livre no município de Três Lagoas/MS, investigando sua relação com fatores antrópicos, em especial a silvicultura, e fatores naturais, como as variações climáticas e pluviométricas, a partir de dados hidrogeológicos, meteorológicos e de uso do solo existentes e disponíveis em instituições correlatas.

2.2 Objetivos Específicos

- Levantar e analisar os dados de nível estático dos poços tubulares existentes no município de Três Lagoas/MS, com base nas séries históricas disponibilizadas por instituições públicas.
- Obter e interpretar os registros da estação A704 – Três Lagoas, provenientes do INMET, com o objetivo de identificar possíveis correlações entre a precipitação, as temperaturas e a flutuação dos níveis freáticos.
- Obter e interpretar os registros da estação hidrométrica UHE Jupia – Fazenda São Sebastião (código 63003200), provenientes da Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional de Águas (ANA), com o objetivo de avaliar a vazão do rio Sucuriú, no município de Três Lagoas.
- Correlacionar espacialmente, por meio de ferramentas de geoprocessamento (SIG), as áreas de silvicultura de eucalipto com os locais de monitoramento dos poços, identificando potenciais interferências antrópicas sobre o aquífero.
- Integrar e discutir os resultados obtidos, distinguindo a influência relativa de fatores naturais (clima) e antrópicos (uso do solo) na dinâmica dos níveis subterrâneos.



3 REVISÃO LITERÁRIA

3.1 Aquíferos

Aquíferos são formações geológicas capazes de armazenar e transmitir água subterrânea em quantidades significativas, permitindo seu movimento natural no interior dessas formações (Filho et.al, 2008). A classificação dos aquíferos pode ser feita de acordo com o tipo de rocha, a porosidade e a condição de pressão, conforme apresentado no **Quadro 1**.

Quadro 1 – Classificação dos Aquíferos.

Tipo de Rocha e Porosidade	
Tipo	Descrição
Aquífero poroso ou sedimentar	Formado por rochas sedimentares, com poros intergranulares.
Aquífero fraturado ou fissural	Constituído por rochas ígneas, metamórficas ou cristalinas, onde a água circula por fraturas.
Aquífero cárstico	Presente em rochas calcárias ou carbonáticas, com porosidade resultante da dissolução da rocha.
Condição de pressão	
Livre	Zona de saturação sob pressão atmosférica.
Confinado	São aqueles onde a pressão da água em seu topo é maior que a pressão atmosférica.
Semi-confinado	Quando o topo do aquífero é formado por camadas semipermeáveis, que permitem conexão hidráulica com os aquíferos adjacentes.
Suspenso	Formado sobre uma camada impermeável entre a superfície freática regional e o nível do terreno.

Fonte: Filho *et al.*, 2008. Adaptado por escritora, 2025.

No Mato Grosso do Sul, os aquíferos desempenham papel essencial no abastecimento público: dos 79 municípios do estado, 69 dependem, parcial ou integralmente, dessa fonte para suprir suas demandas hídricas (Gabas *et al.*, 2021). Os aquíferos também desempenham função essencial na regulação ambiental, contribuindo para a alimentação de nascentes e a manutenção do fluxo de córregos e rios durante períodos de estiagem (Vasconcelos, 2017).

Conforme o levantamento do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2010), são reconhecidas oito unidades aquíferas principais, conforme o **Quadro 2** e a **Figura 1**, facilitando a identificação e comparação dos aquíferos.

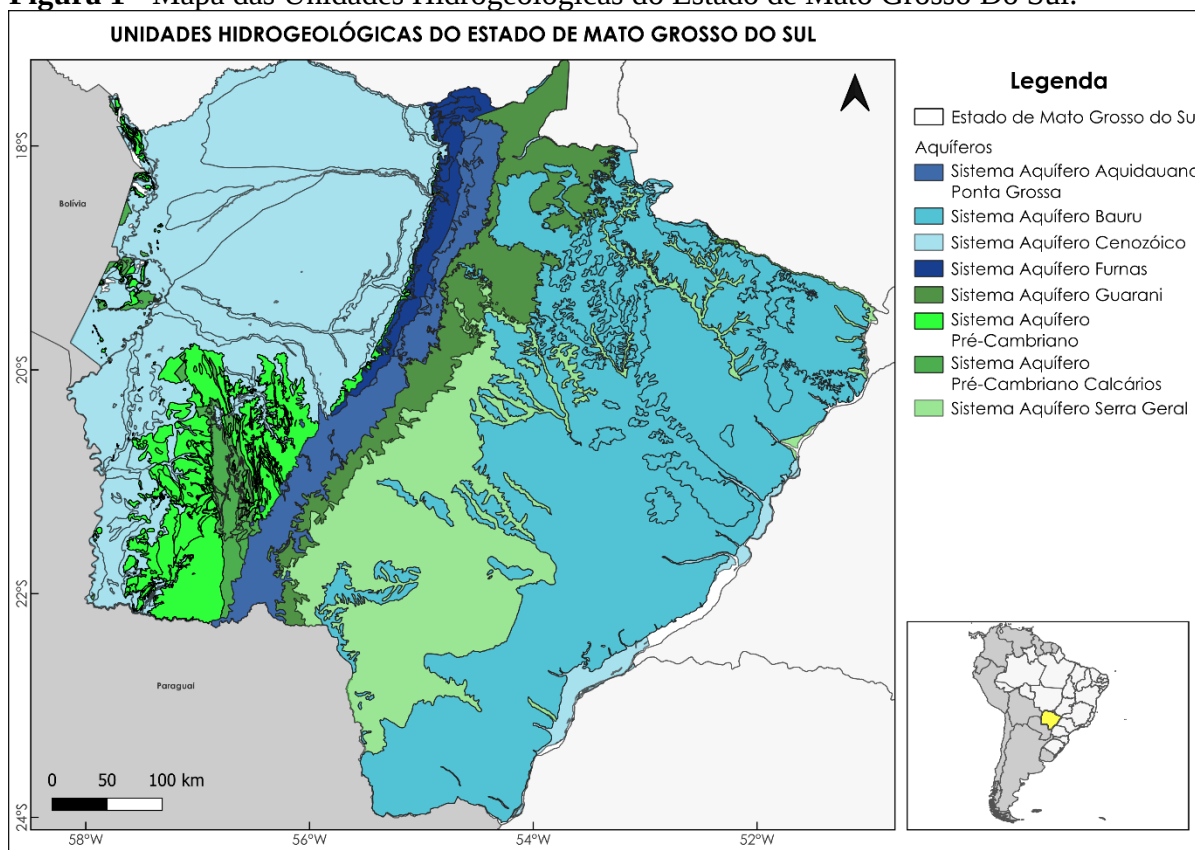


Quadro 2 – Classificação dos aquíferos do Estado de Mato Grosso do Sul

Nome aquífero	Descrição
Sistema Aquífero Cenozoico (SAC)	Trata-se de um aquífero poroso e livre, composto predominantemente por sedimentos arenosos finos, pouco consolidados, além de depósitos aluvionares recentes. Está presente em todas as Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs) da Região Hidrográfica do Paraguai, com maior destaque nas UPGs Taquari, Negro e Nabileque.
Sistema Aquífero Bauru (SAB)	É um aquífero livre que aflora na porção leste do estado, sendo um dos mais importantes sistemas aquíferos regionais. Desempenha papel fundamental no escoamento das águas subterrâneas, contribuindo para a alimentação de importantes rios da Bacia Hidrográfica do Paraná.
Sistema Aquífero Serra Geral (SASG)	Trata-se de um aquífero fraturado e livre, que ocorre na porção centro-sul do estado, apresentando sua maior área de afloramento na Região Hidrográfica do Paraná. É constituído por basaltos e diabásios da Formação Serra Geral, pertencente ao Grupo São Bento.
Sistema Aquífero Guarani (SAG)	É um dos maiores aquíferos da América do Sul, sendo sua área de afloramento abrangendo cerca de 18% da área do Mato Grosso do Sul. É constituído predominantemente por rochas arenosas.
Sistema Aquífero Aquidauana–Ponta Grossa (SAAP)	Esse aquífero ocorre, principalmente, de forma confinada, abaixo do Aquífero Guarani, sendo constituído por rochas sedimentares das Formações Aquidauana e Ponta Grossa.
Sistema Aquífero Furnas (SAF)	Trata-se de um aquífero poroso e livre, na porção centro-norte do estado. Formado pelas rochas da Formação Furnas, ocorrendo, também, de forma confinada abaixo do Aquífero Aquidauana-Ponta Grossa.
Sistema Aquífero Pré-Cambriano Calcário (SAPCC)	É constituído por rochas calcárias dos Grupos Corumbá e Cuiabá. Sua porosidade é de tipo cárstico, desenvolvida pela dissolução dessas rochas.
Sistema Aquífero Pré-Cambriano (SAP)	Consiste em um sistema aquífero cujo armazenamento de água ocorre principalmente por meio das fraturas de rochas metamórficas e ígneas não carbonáticas.

Fonte: PERH, 2010. Adaptado por escritora, 2025.

Figura 1 - Mapa das Unidades Hidrogeológicas do Estado de Mato Grosso Do Sul.



Fonte: PERH, 2010. Adaptado por escritora, 2025.

Em termos de distribuição espacial, os aquíferos Bauru e Cenozoico apresentam as maiores áreas de afloramento no estado, ambos caracterizados como aquíferos livres, correspondendo, respectivamente, a 37% e 27% da área total do Mato Grosso do Sul (PERH, 2010).

3.1.1 Aquífero Bauru

Segundo a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2012), o Sistema Aquífero Bauru (SAB) é considerado um dos principais aquíferos sedimentares do Brasil, integrando a Região Hidrográfica do Paraná e abrangendo os estados de São Paulo, Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. Suas formações são constituídas predominantemente por sedimentos siliciclásticos continentais, distribuídos de forma dispersa na Bacia do Paraná.

No Mato Grosso do Sul, identificam-se litologias associadas ao Grupo Caiuá e à Formação Santo Anastácio, bem como às formações Vale do Rio Peixe e Marília. Estas unidades geológicas ocorrem principalmente na porção centro-oriental do estado, ocupando



aproximadamente 37% do território, estendendo-se desde o limite das ocorrências dos basaltos da Formação Serra Geral, na região centro-sul.

O SAB desempenha papel estratégico no abastecimento urbano e rural de diversas localidades das regiões Centro-Oeste e Sudeste. Trata-se de um aquífero livre, com ampla área de afloramento em Mato Grosso do Sul, presente em Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs) como Iguatemi, Verde, Sucuriú, Quitéria, Santana e Aporé (PERH, 2010).

Litologicamente, o SAB é subdividido em dois grupos principais, o Grupo Bauru e Grupo Caiuá. O Grupo Bauru apresenta arenitos finos e mal selecionados na base, sobrepostos por arenitos argilosos e calcíferos no topo (Campos, 2004). O Grupo Caiuá, por sua vez, é composto por arenitos muito finos a finos, quartzosos e bem selecionados, caracterizando maior homogeneidade e permeabilidade (Batezelli, 2010).

No contexto estadual, o SAB é fundamental para o suprimento de água destinado ao consumo humano e às atividades agrícolas, destacando-se como recurso estratégico para a economia de Mato Grosso do Sul, um dos principais estados produtores agropecuários do país. Este Sistema Aquífero constitui-se em um dos mais importantes do Estado, com 32,9% dos poços cadastrados que captam água somente deste sistema e 7,8% que captam água neste sistema conjuntamente com o Sistema Serra Geral. É responsável pelo escoamento regional das águas subterrâneas para importantes rios de Mato Grosso do Sul, tais como os rios Pardo, Verde e Sucuriú e em rios menores da Bacia Hidrográfica do Paraná (Gabas *et al.*, 2021).

3.1.2 Variação de nível freático e Rebaixamento aquíferos

As variações temporais do nível d'água em poços resultam da atuação simultânea ou sequencial de diversos agentes, que, embora ocorram de forma conjunta, exercem influência independente entre si. Entre os principais fatores naturais destacam-se as variações climáticas de longo prazo, regimes anuais de precipitação e seus efeitos sobre a recarga subterrânea, processos de evapotranspiração, flutuações da pressão atmosférica, ação dos ventos e marés oceânicas e terrestres. No âmbito das intervenções antrópicas, incluem-se o bombeamento de poços, exploração contínua ou intensiva de aquíferos e rebaixamento do nível freático associado a atividades minerárias ou obras de engenharia (Silva e Loureiro, 2006).

Ainda, Giampá e Gonçalves (2013), incluem outros fatores naturais relevantes:



- Características pedológicas e geológicas: A textura, estrutura e composição dos solos, somadas às propriedades das formações geológicas, condicionam a permeabilidade e, conseqüentemente, os padrões de infiltração, armazenamento e transmissão da água subterrânea.
- Cobertura vegetal: Florestas, pastagens e áreas cultivadas influenciam significativamente o comportamento hidrológico, sobretudo no que se refere à interceptação da chuva, sombreamento, evapotranspiração e melhoria da infiltração, interagindo diretamente com os atributos geológicos.
- Fatores climáticos: A tipologia das chuvas, sua intensidade e duração determinam a dinâmica de infiltração, o escoamento superficial e, por conseqüência, as taxas de recarga dos aquíferos.

Do ponto de vista hidrogeológico, o rebaixamento do nível da água é definido como a diferença entre o nível estático (NE) e o nível dinâmico (ND). O nível estático corresponde à profundidade entre a superfície do terreno e a lâmina d'água no interior do poço em condição de equilíbrio, ou seja, antes do bombeamento. O nível dinâmico, por sua vez, representa a profundidade entre a superfície e o nível da água no poço em regime de bombeamento (CPRM, 1998).

O nível estático é um parâmetro de referência fundamental para a determinação do rebaixamento total, uma vez que possibilita comparar as variações induzidas pelo bombeamento e avaliar a resposta do aquífero à exploração. Alterações significativas nesse nível ao longo do tempo podem indicar mudanças na taxa de recarga natural, indícios de superexploração do aquífero, interferência entre poços vizinhos ou ainda efeitos associados a variações climáticas (Fetter, 2001).

A recarga dos aquíferos é um processo regulado por múltiplos fatores, incluindo as características geológicas, condições climáticas, relevo, cobertura vegetal, propriedades do solo e taxas de evapotranspiração (Carrera-Hernández, Smerdon e Mendonza, 2012). A vegetação exerce papel importante nesse processo, podendo favorecer e intensificar a recarga hídrica subterrânea. A redução ou decomposição do sistema radicular contribui para a formação de canais preferenciais no solo, os quais aumentam a infiltração da água e, conseqüentemente, elevam as taxas de recarga dos aquíferos (Paes, 2012)



Dessa forma, o rebaixamento ocorre quando há redução do nível da água subterrânea, situação que pode resultar tanto da exploração em taxas superiores à capacidade de recarga natural quanto de mudanças climáticas que afetam a precipitação e a evapotranspiração. A intensificação da exploração para fins domésticos e agrícolas, somada à diminuição das chuvas, tende a comprometer os níveis dos aquíferos. Em períodos de estiagem, a pressão sobre a demanda hídrica se acentua, acelerando a redução das reservas subterrâneas (Antunes, 2022).

Lourencetti *et al.* (2020) evidenciam esse processo no município de São José do Rio Preto/SP, onde o Aquífero Bauru apresenta rebaixamento contínuo do nível estático em função da intensificação das perfurações tubulares. O estudo constatou que, na década de 2000, ocorreu uma redução de aproximadamente 10 metros no nível potenciométrico do aquífero na área central da cidade, confirmando que a exploração superava a recarga natural e indicando a necessidade de implantação de um sistema de gerenciamento hídrico.

Em escala internacional, casos semelhantes foram registrados. No Egito, Ebraheem *et al.* (2004) identificaram um rebaixamento de 38 metros no Aquífero Núbio ao longo de 60 anos de bombeamento contínuo em taxas superiores à recarga. Já em Bangkok (Tailândia), a exploração descontrolada provocou rebaixamento significativo dos níveis potenciométricos, associado inclusive à subsidência do solo. As medidas adotadas incluíram a proibição de novas perfurações em áreas críticas, a redução controlada dos volumes extraídos e a cobrança pelo uso da água subterrânea (Gupta e Babel, 2005).

O uso do solo exerce influência direta sobre a recarga dos aquíferos. A taxa de infiltração da água depende de fatores como a porosidade do solo, a declividade do terreno, a cobertura vegetal e as características das chuvas. A infiltração da água no solo tende a ser maior em sistemas de plantio direto em comparação aos sistemas convencionais. A manutenção da cobertura do solo com plantas vivas e palhada contribui de forma significativa para o aumento dessa taxa, favorecendo a recarga hídrica (EMBRAPA, 2021).

Nesse contexto, a adoção de práticas agrícolas conservacionistas, como o terraceamento, a rotação de culturas e o próprio sistema de plantio direto, constitui uma estratégia eficaz para potencializar a infiltração da água no solo e, conseqüentemente, promover a recarga dos aquíferos (EMBRAPA, 2021).



3.2 Silvicultura

De acordo com EMBRAPA (2021), a silvicultura é a ciência e arte do cultivo, manejo e conservação de florestas e áreas arborizadas, abrangendo desde o preparo do solo até o replantio e o controle fitossanitário, com foco na produção sustentável de madeira e na oferta de serviços ambientais.

A silvicultura pode ser extensiva, onde há baixa demanda tecnológica e custos reduzidos, predominante em pequenas propriedades ou intensiva onde há uso de tecnologias avançadas e maiores investimentos para maximizar qualidade e quantidade da produção. Os principais objetivos da silvicultura incluem métodos de regeneração florestal, produção de diferentes tipos de madeira e subprodutos, disseminação da cultura florestal, visando benefícios ecológicos e equilíbrio ambiental (Zonta, 2014).

Conforme EMBRAPA (2019), o gênero *Eucalyptus*, originário da Austrália, Tasmânia e ilhas da Oceania, compreende mais de 700 espécies com ampla diversidade de propriedades físicas e químicas, permitindo aplicações variadas, como produção de lenha, carvão vegetal, celulose e papel, chapas de fibras e partículas, dormentes, moirões, movelaria, geração de energia e uso medicinal.

No Brasil, embora não haja data precisa para sua introdução, há registros de plantios no Jardim Botânico e no Museu do Rio de Janeiro entre 1825 e 1868. Sua adoção em larga escala decorre do rápido crescimento, elevada capacidade de adaptação a diferentes condições ecológicas e alto potencial econômico, caracterizado por elevada produtividade, baixo custo de produção e retorno rápido sobre o investimento, o que garante competitividade no mercado interno e externo (EMBRAPA, 2019).

Entre 2014 e 2023, a área de plantio de eucalipto no Brasil apresentou crescimento de 8,6%, atingindo 7,5 milhões de hectares (IBGE, 2023). Em 2023, cinco estados concentram mais de 74% da área plantada no país, sendo eles Minas Gerais (27,43%), Mato Grosso do Sul (18,02%), São Paulo (13,32%), Rio Grande do Sul (7,97%) e Bahia (7,42%). A **Tabela 1** mostra a distribuição detalhada desses dados.

Tabela 1 – Área de Plantação de Eucalipto no Brasil, de 2014 a 2023.

Ano	Brasil (ha)	Minas Gerais (ha)	Mato Grosso do Sul (ha)	São Paulo (ha)	Rio Grande do Sul (ha)	Bahia (ha)
2023	7.550.549	2.069.815	1.360.088	1.005.129	601.625	560.433



2022	7.317.084	2.034.966	1.181.536	989.644	613.051	560.989
2021	7.300.689	2.027.192	1.048.485	983.760	614.548	576.428
2020	7.440.169	2.010.006	1.135.543	979.502	626.077	585.384
2019	7.452.050	1.981.558	1.124.969	963.285	608.012	599.562
2018	7.536.728	1.965.826	1.122.239	917.550	601.767	593.404
2017	7.432.753	1.914.029	1.122.992	895.755	593.597	581.921
2016	7.457.676	1.832.259	993.807	880.248	652.966	586.889
2015	7.444.625	1.841.943	921.404	952.668	702.252	603.989
2014	6.952.509	1.713.576	886.381	872.265	678.956	540.648

Fonte: IBGE, 2024. Adaptado por Autora, 2025.

Conforme apresentado, ao longo de 9 anos, a área de florestas plantadas no Mato Grosso do Sul registrou crescimento de 53,45%, alcançando, em 2023, 1,36 milhão de hectares cultivados com eucalipto (IBGE, 2023). Esse crescimento reflete diretamente os elevados investimentos no setor de celulose, impulsionados por empresas de grande porte como Eldorado, Arauco e Suzano.

No estado, os principais municípios produtores de eucalipto em 2023 são:

- Ribas do Rio Pardo: 324,33 mil hectares (1ª posição);
- Três Lagoas: 287,92 mil hectares (2ª posição);
- Água Clara: 154,93 mil hectares (3ª posição);
- Brasilândia: 140,87 mil hectares (4ª posição);
- Selvíria: 101,87 mil hectares (5ª posição).

Tabela 2 – Crescimento da área de eucalipto Mato Grosso do Sul, de 2014 a 2023.

Ano	Mato Grosso do Sul (ha)	Ribas do Rio Pardo (ha)	Três Lagoas (ha)	Água Clara (ha)	Brasilândia (ha)	Selvíria (ha)
2023	1.360.088	324.332	287.926	154.930	140.876	101.870
2022	1.181.536	250.624	263.970	128.496	134.125	91.884
2021	1.048.485	194.276	237.309	128.152	125.828	85.869
2020	1.135.543	218.130	263.921	134.478	133.959	89.859
2019	1.124.969	213.931	263.690	131.942	128.600	87.321



2018	1.122.239	216.000	263.000	128.000	125.000	88.000
2017	1.122.992	210.000	245.000	126.000	120.000	110.000
2016	993.807	205.000	230.000	125.000	96.000	81.500
2015	921.404	196.000	217.600	120.000	60.000	74.350
2014	886.381	175.000	200.000	118.000	58.000	95.000

Fonte: IBGE, 2024. Adaptado por Autora, 2025.

Cabe destacar que, para o mesmo ano, o MapBiomias apresenta valores diferentes em relação ao IBGE, estimando 952.757 hectares ocupados pela silvicultura no estado. Essa diferença evidencia a utilização de metodologias distintas entre as fontes, embora ambas se refiram ao mesmo período e temática. No município de Três Lagoas, o setor se destaca com 223.382 hectares, consolidando-se como um dos principais polos de produção florestal de Mato Grosso do Sul (MapBiomias, 2023).

Observa-se que a área destinada ao cultivo de eucalipto tem crescido de forma expressiva nos últimos anos, muitas vezes sem a devida consideração dos impactos ambientais decorrentes desse cultivo. Embora o setor apresente vantagens econômicas, como a geração de empregos, o aumento da arrecadação tributária e o estímulo ao desenvolvimento regional, a silvicultura do eucalipto pode provocar alterações significativas nos ecossistemas locais (IBÁ,2022). Tuswa *et al.* (2019) indicam que esse tipo de cultivo pode afetar negativamente a recarga de aquíferos subterrâneos, uma vez que as árvores consomem água do solo e podem extrair diretamente da zona saturada quando as condições ambientais são favoráveis.

Estudos antigos como de Jayal (1985) e Reynolds & Wood (1977) indicam que extensas monoculturas de eucalipto apresentam alta demanda hídrica, promovendo redução da umidade do solo e da recarga hídrica, desestabilizando o ciclo hidrológico. Além disso, essas culturas exigem elevados teores de nutrientes, gerando déficit nutricional anual e liberando substâncias alelopáticas que reduzem a fertilidade do solo e a diversidade de espécies vegetais.

Menegasse (2002) reforça esses impactos negativos, destacando que o cultivo de eucalipto pode reduzir a fertilidade do solo, diminuir a diversidade de espécies e favorecer processos erosivos, especialmente nos estágios iniciais de desenvolvimento. Em estudo realizado em Grão Mogol (MG), observou-se que áreas reflorestadas com eucalipto apresentaram redução média anual de recarga hídrica de aproximadamente 164 mm, representando 29,1% da recarga observada na área de drenagem.



Estudos realizados por Salgado (2006) indicam que o cultivo de eucalipto no município de Caeté/MG tem efeito direto na intensificação dos processos erosivos nas encostas, especialmente a erosão laminar, além de contribuir para a degradação da qualidade da água. Embora as florestas homogêneas de eucalipto tenham importante valor econômico, elas necessitam de acompanhamento permanente para evitar perdas de solo decorrentes da erosão acelerada. A retirada da vegetação e da camada de liteira favorece o surgimento de erosão laminar e sulcos erosivos, o que pode elevar os níveis de turbidez e provocar o assoreamento dos cursos d'água.

Ainda, Brites e Vermeulen (2013) observaram que a plantação de eucaliptos exerceu um impacto expressivo sobre o sistema de águas subterrâneas da região da Plantação Nyalazi, no Lago Santa Lúcia, na África do Sul. Os autores registraram uma diminuição do nível do lençol freático entre 10 e 16 metros ao longo de 13 anos, o que corresponde a uma taxa média de rebaixamento de aproximadamente 1 metro por ano.

Estudos mais recentes como o de Garg *et al.* (2020), indicam que a recarga de águas subterrâneas vem diminuindo em decorrência de mudanças no uso do solo e da exploração intensiva dos recursos hídricos. Na Índia, observou-se redução do volume anual de recarga de 447 para 432 bilhões de m³, associada a fatores como urbanização, intensificação agrícola e uso inadequado da terra. No distrito de Kolar (Karnataka), a substituição de áreas de pastagem cultivada por plantações de eucalipto reduziu a recarga em cerca de 33% (de 87 mm para 58 mm), enquanto a ampliação da irrigação aumentou em 145% a extração de água subterrânea. Essa combinação de silvicultura e bombeamento excessivo alterou significativamente o balanço hídrico local.

Castanha *et al.* (2021) analisaram a qualidade da água subterrânea na Ilha dos Marinheiros, em Rio Grande/RS, verificando a influência do uso do solo em três áreas distintas. Nas áreas ocupadas por monocultivo de *Pinus* sp., foram registrados aumentos na acidez e nas concentrações de nutrientes, resultando em desconformidade com os padrões legais de potabilidade. Contudo, para fins de irrigação, as concentrações iônicas permaneceram dentro dos limites recomendados. Em áreas remanescentes de antigos monocultivos, verificaram-se elevadas concentrações de ferro e manganês, além de altos valores de turbidez e cor, tornando a água imprópria para consumo humano. Por outro lado, nas áreas sem histórico de monocultivo, os parâmetros analisados apresentaram-se, em sua maioria, em conformidade com



a legislação vigente, indicando adequação da água para consumo e irrigação, com exceção das concentrações de ferro, que atingiram o limite máximo permitido.

Mattos *et al.* (2019) ressaltam que, embora a variabilidade anual da precipitação influencie fortemente as taxas de recarga, mudanças no uso da terra, como a substituição de pastagens por eucalipto, afetam a disponibilidade de água subterrânea. O plantio dessa espécie aumenta a evapotranspiração, reduzindo a recarga hídrica e os níveis freáticos, mesmo em solos arenosos com elevada taxa de infiltração.

As plantações de eucalipto apresentam restrições ambientais significativas, especialmente relacionadas à disponibilidade e à regulação dos recursos hídricos. Em comparação às florestas nativas, essas plantações tendem a reduzir as fontes de água e a capacidade de regulação do fluxo hídrico em bacias com relevo acentuado (Bayle, 2019). Os principais impactos incluem alterações no escoamento superficial, redução da umidade do solo e diminuição da recarga dos aquíferos subterrâneos (Belachew e Minale, 2025).

Devido às elevadas taxas de absorção e evapotranspiração, os eucaliptos podem intensificar a escassez hídrica. Seus sistemas radiculares profundos permitem explorar água em camadas subsuperficiais, o que, aliado ao elevado consumo hídrico, pode reduzir o nível do lençol freático e favorecer processos de desertificação (Belachew e Minale, 2025). Estudo como o de Tesfaye (2020), indica que o *Eucalyptus grandis* pode consumir até o dobro de água em relação ao *Pinus patula* e até cinco vezes mais que espécies como *Podocarpus* e *Cupressus* de tamanho equivalente durante o período seco.

Diante do exposto, observa-se que, embora a silvicultura represente um importante vetor econômico e produtivo, seu avanço tem gerado preocupações quanto aos impactos ambientais e à sustentabilidade dos recursos naturais. Assim, torna-se essencial o desenvolvimento de estudos locais para entender os impactos na recarga do aquífero livre, considerando-se as características do aquífero, as condições climáticas e socioeconômicas para orientar a adoção de práticas de manejo ambientalmente responsáveis, que conciliem os benefícios econômicos da atividade com a preservação dos serviços ecossistêmicos.

3.3 Mudanças Climáticas

Conforme a Organização das Nações Unidas (ONU, 2023), as mudanças climáticas correspondem a alteração de longo prazo nas temperaturas médias e nos padrões climáticos do planeta. Embora possam ocorrer de forma natural, devido a variações na atividade solar ou



grandes erupções vulcânicas, a intensificação das atividades antrópicas desde a Revolução Industrial tem acelerado esses processos, sobretudo em função da queima de combustíveis fósseis.

Esse cenário tem provocado o aumento da temperatura média do ar próximo à superfície terrestre, que já supera a média global de aquecimento registrada (IPCC, 2018). Nesse contexto, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC, 1997) e, posteriormente, o Protocolo de Quioto, firmado no mesmo ano, estabeleceram compromissos para que países industrializados e economias em transição limitassem e reduzissem suas emissões de gases de efeito estufa, de acordo com metas previamente acordadas.

As mudanças climáticas, impulsionadas principalmente pela queima de combustíveis fósseis e pelas alterações no uso e cobertura da terra, provocam impactos significativos no sistema climático global, com destaque para a intensificação do efeito estufa e o consequente aumento das temperaturas médias. Tais processos exercem influência direta sobre o ciclo hidrológico, comprometendo tanto a quantidade quanto a qualidade dos recursos hídricos. Projeções indicam que, até a década de 2050, a oferta e a demanda por água tendem a crescer, o que pode acentuar desequilíbrios regionais na gestão hídrica (Kazapoe *et al.*, 2024; Hirata *et al.*, 2025).

De acordo com Costa *et al.* (2024), os efeitos das mudanças climáticas se manifestam de forma regionalmente diferenciada e incluem a intensificação de eventos extremos, como furacões, inundações, secas e incêndios, com repercussões socioeconômicas expressivas. No Brasil, Artaxo (2023) projeta uma tendência de redução das precipitações no Centro-Oeste, Amazônia e Nordeste, ao passo que a Região Sul tende a registrar aumento nos volumes pluviométricos. Ressalta-se que a distribuição das chuvas, mais do que o volume total anual, é determinante para a manutenção do equilíbrio ecológico e do funcionamento dos sistemas naturais.

Segundo Hirata *et al.* (2025), a diminuição das chuvas afeta diretamente as águas subterrâneas, alterando os padrões de precipitação, a retenção de água no solo, as taxas de evapotranspiração e, consequentemente, a recarga dos aquíferos. Regiões com menores índices pluviométricos e maior evaporação tendem a apresentar significativa redução na recarga subterrânea. Além disso, a redução da disponibilidade de água superficial decorrente das



mudanças climáticas aumentará a dependência da população em relação aos recursos hídricos subterrâneos.

O estudo indica que as regiões Sul e Leste do país podem registrar aumentos no escoamento, enquanto as regiões Norte, Oeste e Sudeste devem apresentar reduções de até 261 mm/ano. As maiores quedas na recarga das águas subterrâneas são projetadas para o Nordeste, Sudoeste e Sudeste, podendo alcançar reduções de até 666 mm/ano, evidenciando a vulnerabilidade dos sistemas aquíferos frente às alterações climáticas.

Atualmente, a Terra apresenta aquecimento médio de aproximadamente 1,1 °C acima dos níveis pré-industriais, sendo que a última década (2011–2020) foi a mais quente já registrada. As consequências desse processo vão além do aumento das temperaturas e incluem secas intensas, escassez hídrica, incêndios severos, elevação do nível do mar, inundações, derretimento de geleiras, ocorrência de tempestades catastróficas e perda significativa da biodiversidade (ONU, 2021).

Diversos registros recentes evidenciam a intensificação dos eventos extremos associados às mudanças climáticas em escala global. Segundo reportagem de Niranjana (2025), a Europa tem enfrentado ondas de calor recorde, com temperaturas que atingiram 39,5 °C na Croácia e 39,9°C na Hungria. Essas condições agravaram a ocorrência de incêndios florestais, que até agosto de 2025 já haviam devastado 400 mil hectares, um aumento de 87% em relação à média histórica para o mesmo período. De forma semelhante, Shah (2025) destaca que, nos Estados Unidos, moradores enfrentaram temperaturas próximas a 38 °C, configurando risco significativo à saúde humana e contribuindo para incêndios florestais de grande escala.

No Brasil, os impactos também têm se mostrado severos. De acordo com reportagem de Felix (2024) a região Sul enfrentou, em 2024, enchentes históricas, que deixaram milhares de desabrigados e levaram 96% dos municípios à situação de colapso. Já em 2023, oito estados das regiões Norte e Nordeste registraram a pior seca desde 1890, consequência da escassez de chuvas e da intensificação de anomalias climáticas regionais (Casemiro, 2023).

Esses episódios, que se manifestam tanto em forma de calor extremo, incêndios e secas quanto em inundações de grande magnitude, evidenciam um padrão de recorrência e agravamento dos desastres climáticos. O Cerrado, reconhecido como um dos principais *hotspots* de biodiversidade do planeta, abriga cerca de 11.627 espécies de plantas nativas catalogadas, é o bioma brasileiro mais afetado pela ocupação humana (EMBRAPA, 2022).



Nos últimos 36 anos, aproximadamente 20% da vegetação nativa remanescente do cerrado foi eliminada, sobretudo em decorrência da expansão da agricultura e da pecuária (Zorzetto, 2021). Essa conversão, ainda segundo o autor, intensiva do uso do solo tem contribuído para o aumento da aridez e da temperatura regional, ampliando a incidência de incêndios florestais. Como consequência, agravam-se os impactos sociais e os riscos à saúde pública, especialmente em função da elevação da concentração de material particulado fino na atmosfera.

De acordo com Florêncio *et al.* (2022), as elevadas temperaturas impactam negativamente as estruturas moleculares e supramoleculares das plantas, além de desencadearem estresse fisiológico e intensificarem a evapotranspiração, comprometendo o balanço hídrico vegetal. A escassez de precipitação agrava esse cenário ao restringir o fornecimento hídrico, tornando o cultivo do eucalipto mais suscetível a perdas. Caso as projeções climáticas se concretizem, é possível que ocorram alterações fisiológicas, morfológicas e anatômicas nas plantas, resultando em aumento da mortalidade, mudanças na distribuição geográfica das espécies e inviabilidade de plantios, especialmente em regiões brasileiras caracterizadas por elevados déficits hídricos e temperaturas extremas.

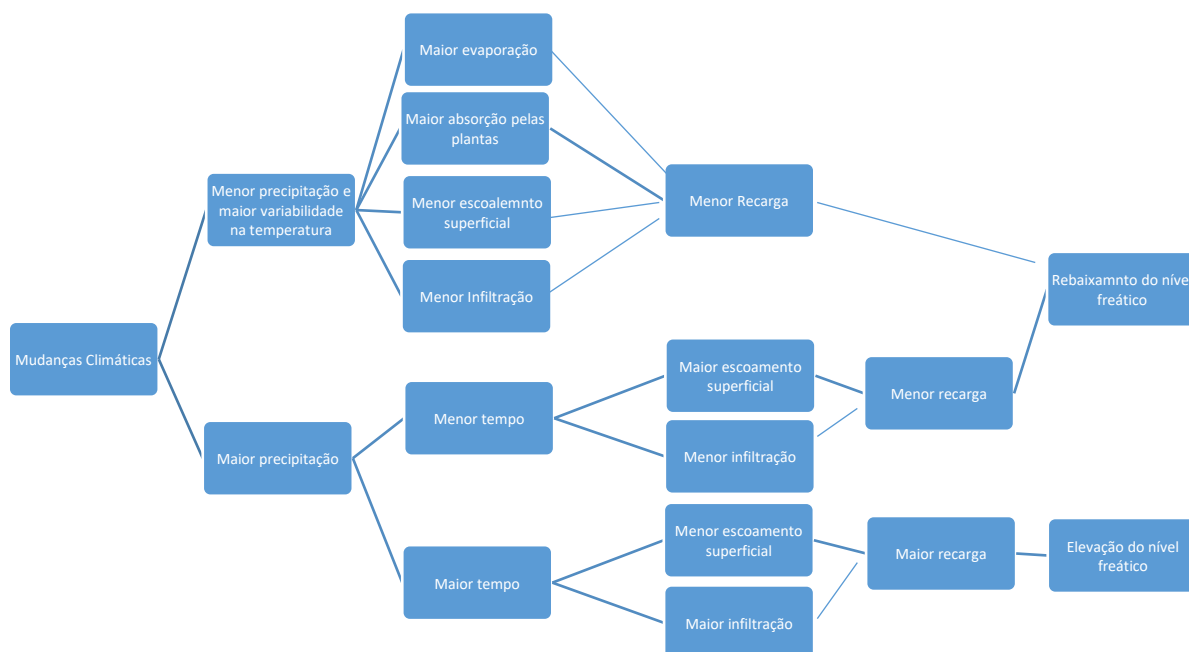
Estudos como de Ballarin *et al.* (2023), evidenciam que as mudanças climáticas têm potencial para modificar profundamente o ciclo hidrológico, alterando padrões de precipitação, frequência e intensidade de eventos extremos, o que compromete a disponibilidade hídrica. Sitger *et al.* (2023), por sua vez, destacam que os efeitos das mudanças climáticas sobre a recarga de aquíferos ainda são debatidos, já que as respostas variam conforme solo, geologia, relevo e cobertura vegetal, dificultando generalizações. Em regiões com recarga reduzida, o cenário se agrava pela menor diluição e maior evapoconcentração de aquíferos rasos, elevando o risco de contaminação.

Entre os principais impactos destacam-se a alteração nos regimes de precipitação, aumento da evapotranspiração e mudanças no uso da terra, fatores que afetam diretamente o armazenamento e a disponibilidade de águas subterrâneas (Hirata *et al.*, 2025). A modificação nos padrões sazonais de escoamento e práticas como desmatamento, urbanização e expansão agrícola reduzem a infiltração e intensificam o escoamento superficial, limitando a recarga natural dos aquíferos.

Além disso, Negreiros e Soldeira (2025) evidenciam que o aquecimento global acelera o derretimento de neve que abastece rios, aumenta a evaporação e reduz a infiltração da água de chuvas intensas, que tende a escoar rapidamente para o mar. Diante da diminuição das águas superficiais, cresce a dependência da água subterrânea para agricultura e abastecimento urbano, o que pode comprometer sua disponibilidade futura. Segundo Wood & Cherry (2021), cerca de metade das águas superficiais em regiões de clima temperado tem origem em mananciais subterrâneos, sendo que 70% da irrigação mundial depende desses recursos, tornando sua superexploração uma ameaça à segurança alimentar global.

A **Figura 2** apresenta um fluxograma esquemático que ilustra a influência das mudanças climáticas nos processos de recarga e rebaixamento dos aquíferos. O diagrama evidencia como alterações no regime de precipitação e na variabilidade térmica podem intensificar a evaporação, aumentar a absorção de água pelas plantas e reduzir o escoamento superficial, contribuindo para a redução da recarga dos aquíferos. Por outro lado, maiores índices pluviométricos favorecem a percolação da água até o aquífero, promovendo sua recarga.

Figura 2 – Esquema para a recarga de aquíferos.



Fonte: Farias e Scheibe, 2024. Adaptado por autora, 2025.



Estudos de modelagem climática aplicados a cenários de emissão do IPCC (A2 e B2) indicam efeitos expressivos sobre a recarga subterrânea em regiões semiáridas. Döll & Flörke (2005) demonstraram que uma redução média de 4,2% na precipitação anual poderia resultar em uma diminuição de aproximadamente 1,8% na recarga dos aquíferos até 2050.

Outros trabalhos como de Hirata *et al.* (2025), apontam que diferentes cenários de emissões (SSP - Shared Socio-Economic Pathways) podem gerar variações distintas na recarga dos aquíferos. Por exemplo, o Aquífero Serra Geral pode apresentar redução entre 3,85% e 9,62%, podendo, em alguns cenários, aumentar entre 5,03% e 30,78%. Já o Aquífero Guarani pode sofrer reduções de 7,79% a 21,88%, o Aquífero Bauru-Caiuá entre 11,06% e 27,94%, e o Aquífero Furnas entre 10,04% e 27,31%. Diante disso, pequenas alterações no regime pluviométrico podem provocar desequilíbrios significativos entre recarga e a demanda de uso, intensificando o risco de superexploração, rebaixamento piezométrico e degradação da qualidade da água subterrânea.

O estudo de Chaves (2010) avaliou a recarga subterrânea na bacia do rio das Fêmeas, na Bahia, por meio de dados fluviométricos, estimando uma recarga média de 253,5 mm ano⁻¹, equivalente a 22,8% da precipitação média anual. Apesar da tendência observada nas últimas três décadas de aumento da temperatura média e redução da precipitação anual, a recarga apresentou apenas pequenas variações, sugerindo capacidade de atenuação frente às variabilidades climáticas. Projeções climáticas para 2080, considerando os cenários A2 e B2 do IPCC, indicam reduções de 29,6% e 33,5% na precipitação média anual e aumentos de 2,1 °C e 2,9 °C na temperatura média anual, respectivamente, em relação ao período de referência (1977–2006). Mesmo diante dessas alterações significativas, a redução projetada da recarga anual seria relativamente baixa, de 8,4% (A2) e 7,4% (B2).

O estudo de Zhang, Liesh e Goldschneider (2026), baseado em dados do GRACE e do ERA5-Land com resolução espacial de 1°, evidenciou mudanças expressivas nos recursos hídricos subterrâneos em escala global, permitindo a identificação de áreas críticas de depleção, com destaque para o norte da Índia, leste do Brasil e regiões adjacentes ao Mar Cáspio, onde foram observadas taxas de declínio superiores a 20 mm/ano. A análise espacial indicou que os maiores decréscimos no armazenamento ocorrem em zonas áridas e semiáridas, caracterizadas por vegetação limitada e ecossistemas vulneráveis.



4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo baseou-se em dados secundários disponíveis em instituições e empresa públicas. Foram obtidos dados de pluviometria, dados hidráulicos e perfis de poços tubulares e de poço de monitoramento de águas subterrâneas.

4.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende o município de Três Lagoas, município localizado no leste do estado de Mato Grosso do Sul, a aproximadamente 313 km de Campo Grande, capital estadual. Possui uma área territorial de 10.217,071 km² e uma população estimada em 132.152 habitantes, conforme dados do IBGE (2022).

A economia local apresenta forte participação do setor florestal, em 2023, a área destinada à silvicultura alcançou 287.926 hectares o que representa aproximadamente 28,18% do território municipal. De acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2017), o município contava com 1.101 estabelecimentos agropecuários, evidenciando sua relevância tanto na produção florestal quanto na agropecuária regional.

De acordo com a CPRM (2008), o município apresenta quatro principais unidades geomorfológicas, sendo elas Planaltos do Rio Paraná, Planície do Rio Paraná, Superfícies Interdenudacionais da Bacia Sedimentar do Paraná e Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas.

Segundo a Embrapa (2006), ocorre também uma diversidade de classes de solos no município, destacando-se Neossolo Quartzarênico Órtico, Latossolo Vermelho Distrófico Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Planossolo Háplico Distrófico e Gleissolo Háplico Eutrófico.

O município encontra-se inserido no bioma Cerrado, classificado como hotspot mundial de biodiversidade devido à elevada taxa de endemismo e ao acelerado processo de degradação. No que se refere à cobertura vegetal, a área da propriedade insere-se em um domínio de Savana (Cerrado stricto sensu), Áreas de Tensão Ecológica (zonas de transição entre diferentes fitofisionomias) e Formações Pioneiras associadas a ambientes aluviais (ANA, 2004).

Sob o aspecto geológico, o município apresenta formações da Bacia sedimentar do Paraná, compostas por Formação Caiuá, Formação Santo Anastácio, Formação Serra Geral, Formação Vale do Rio do Peixe e Depósitos Aluvionares (CPRM, 2006).



Hidrogeologicamente, de acordo com o PERH (2010), o município encontra-se inserido em importantes unidades aquíferas, incluindo Aquífero Serra Geral, Aquífero Bauru e Aquífero Cenozoico.

A silvicultura em Três Lagoas é uma atividade estratégica e de grande relevância econômica, impulsionada pela presença de grandes empresas do setor de papel e celulose, como Suzano e Eldorado Celulose. O município se consolidou como um dos principais polos florestais do Brasil, destacando-se pela produção de eucalipto em larga escala, espécie escolhida principalmente pela alta produtividade, rápido crescimento e adaptabilidade ao clima e solos da região.

Conforme mencionado, a atividade de silvicultura no Mato Grosso do Sul apresenta expressiva participação territorial. Segundo o IBGE (2023), o estado possui 1.360.088 hectares ocupados por silvicultura, enquanto o município de Três Lagoas registra 287.926 hectares. Já os dados do MapBiomas (2023) indicam 952.757 hectares de área de silvicultura no estado e 223.382 hectares em Três Lagoas.

4.2 Metodologia

Para avaliar o rebaixamento dos aquíferos no município de Três Lagoas/MS e relacioná-lo com possíveis fatores antrópicos, principalmente a expansão de áreas plantadas com eucalipto, e naturais, as variações pluviométricas, foram utilizados dados de nível estático de poços de diversos órgãos oficiais e adotados procedimentos analíticos específicos conforme o **Quadro 3**.

Quadro 3 – Fontes de dados e respectivos dados coletados.

Órgão Competente	Dados Obtidos
IMASUL – Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul	Foram obtidos dados de poços tubulares outorgados localizados no município de Três Lagoas. As informações extraídas incluíram: nível estático, nível dinâmico, rebaixamento, transmissividade, vazão, profundidade, dados de perfuração e ano de instalação. Após a triagem inicial, foram selecionados apenas os poços que apresentavam dados históricos consistentes, especialmente séries temporais do nível estático em anos anteriores.



RIMAS/CPRM – Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas do Serviço Geológico do Brasil	Foi utilizado o único poço de monitoramento presente no município, com dados mensais de nível estático referentes ao ano de 2024 e 2025.
Sanesul – Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul	Foram obtidos dados de poços tubulares outorgados localizados no município de Três Lagoas. As informações extraídas incluíram: nível estático, nível dinâmico, rebaixamento, transmissividade, vazão, profundidade, dados de perfuração e ano de instalação. Após a triagem inicial, foram selecionados apenas os poços que apresentavam dados históricos consistentes, especialmente séries temporais do nível estático em anos anteriores.
INMET e CEMTEC/MS	Foram obtidos os dados pluviométricos, as temperaturas máximas de cada mês e a média da temperatura máxima da estação meteorológica A704 localizada em Três Lagoas, abrangendo o período de 2007 a 2025. Esses dados foram utilizados para avaliar a influência de eventos climáticos sobre a variação do nível dos aquíferos.
Agência Nacional de Águas (ANA)	Foram obtidos dados de vazão da estação hidrométrica UHE Jupia – Fazenda São Sebastião (código 63003200), localizada no rio Sucuriú, no município de Três Lagoas, referentes ao período de 2015 a 2025. Esses dados foram utilizados para comparação com os dados pluviométricos.
MapBiomass – Plataforma de dados geoespaciais	Foi realizado o download do shapefile referente ao uso e ocupação do solo, com foco nas áreas de plantio de eucalipto no município no ano de 2023. A análise espacial das áreas plantadas permitiu relacionar os dados de rebaixamento dos aquíferos com a expansão dessas áreas.

Fonte: Autora (2026).

Após a coleta, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e validados quanto à sua consistência. As etapas de análise seguiram as seguintes diretrizes:



- Filtragem dos dados incompletos ou inconsistentes: poços com informações ausentes sobre o nível estático em séries históricas foram desconsiderados na análise comparativa.
- Mapeamento e análise espacial: com base nos shapefile do MapBiomas, foi feito o mapeamento das áreas de plantio de eucalipto, identificando os poços localizados em áreas próximas ou sobrepostas às plantações. Essa etapa possibilitou a avaliação da possível influência do uso do solo sobre o rebaixamento dos níveis freáticos.
- Análise dos dados meteorológicos (INMET e CEMTEC): foram obtidas planilhas contendo os registros de precipitação, temperaturas máximas e mínimas. Em seguida, calculou-se a precipitação acumulada mensal (em mm) e a média mensais das temperaturas (em °C). Posteriormente, os dados foram agrupados em dois períodos distintos: meses chuvosos (outubro a abril) e meses de estiagem (maio a setembro), considerando-se a precipitação acumulada e a temperatura média correspondentes a cada intervalo.
- Análise temporal do nível estático: para os poços que apresentavam séries históricas de monitoramento, foi realizada a avaliação da variação temporal do nível estático (NE) ao longo dos anos. A variação foi calculada com base no primeiro registro de monitoramento disponível, sendo posteriormente determinada a variação percentual dos demais níveis observados. Adicionalmente, os poços foram agrupados de acordo com sua profundidade, sendo classificados em categorias: poços com profundidade inferior a 100 m e superiores a 100 m, permitindo a análise comparativa do comportamento hidrodinâmico entre diferentes faixas de profundidade.
- Análise integrada dos dados: as variações temporais do nível estático foram comparadas com os índices anuais de precipitação, buscando identificar possíveis relações entre as oscilações do lençol freático. Adicionalmente, foi realizada uma análise específica dos poços situados próximos às áreas de silvicultura, comparando-se os valores do nível estático registrados na perfuração e na última campanha de monitoramento disponível.



5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

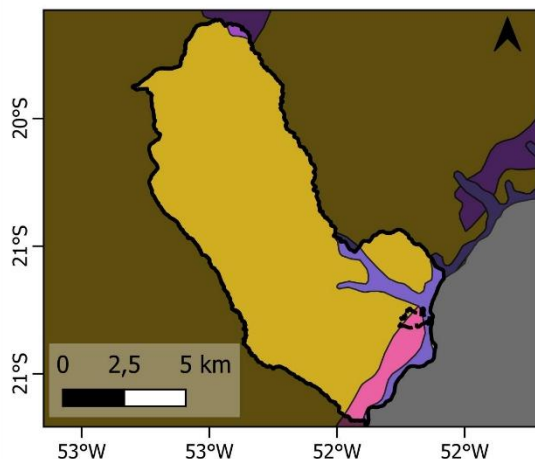
Inicialmente, são apresentados os resultados referentes as características do município, seguido do levantamento dos dados de precipitação pluviométrica, da temperatura máxima e da média da temperatura máximas registradas na estação A704 – Três Lagoas, obtidos pelo INMET em conjunto com o CEMTEC. Em seguida, apresentam-se os dados provenientes do poço de monitoramento integrante da rede RIMAS, dos poços de abastecimento da empresa Sanesul e, por fim, dos poços outorgados pelo IMASUL. A localização do pluviômetro e de todos os poços obtidos encontra-se na **Figura 5**. Na sequência, realiza-se a discussão dos dados coletados, considerando as relações entre as variáveis climáticas, hidrogeológicas e os níveis monitorados nos poços avaliados.

5.1 Características do Município

As **Figuras 3 e 4**, ilustram de forma integrada as informações referentes à geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal e hidrogeologia, respectivamente, do município, permitindo a visualização espacial das principais unidades identificadas.

Figura 3 – Cobertura Vegetal, Geologia, Geomorfologia e Pedologia do Município de Três Lagoas.

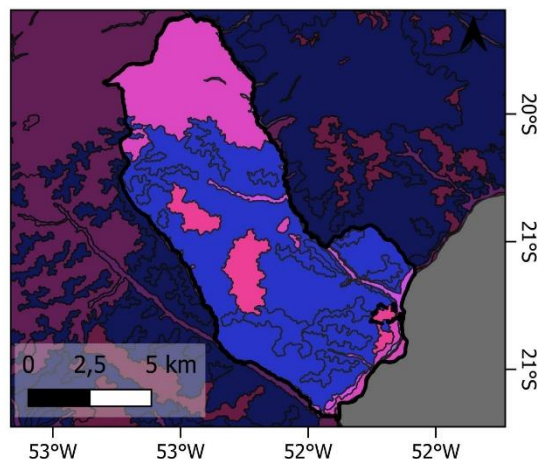
Características do Município de Três Lagoas



- Três Lagoas - 10.217,071 km²
- Área Urbana (Estimativa) - 58,991 km²

Cobertura Vegetal

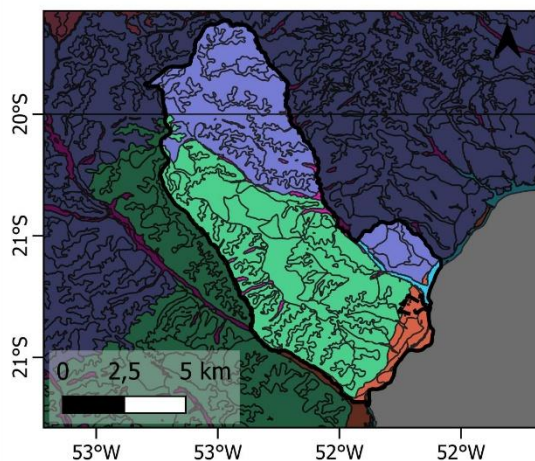
- Áreas das Formações Pioneiras
- Áreas de Tensão Ecológica
- Savana



- Três Lagoas - 10.217,071 km²
- Área Urbana (Estimativa) - 58,991 km²

Pedologia

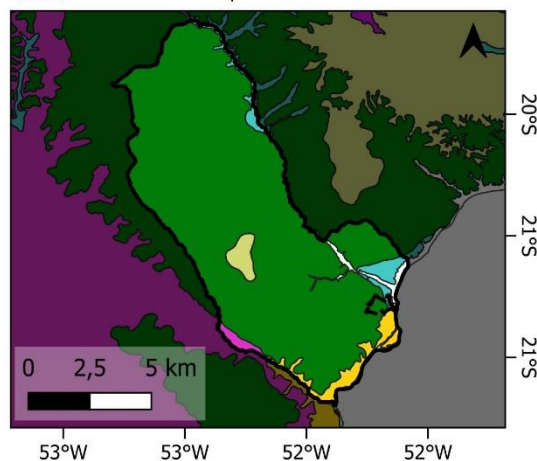
- Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico
- Gleissolo Háplico Eutrófico
- Latossolo Vermelho Distrófico
- Neossolo Quartzarênico Órtico
- Planossolo Háplico Distrófico



- Três Lagoas - 10.217,071 km²
- Área Urbana (Estimativa) - 58,991 km²

Geomorfologia

- Formas Agradacionais Atuais e Subatuais Interioranas
- Planalto do Rio Paraná
- Planícies do Rio Paraná
- Superfícies Interdenudacionais da Bacia Sedimentar do Paraná



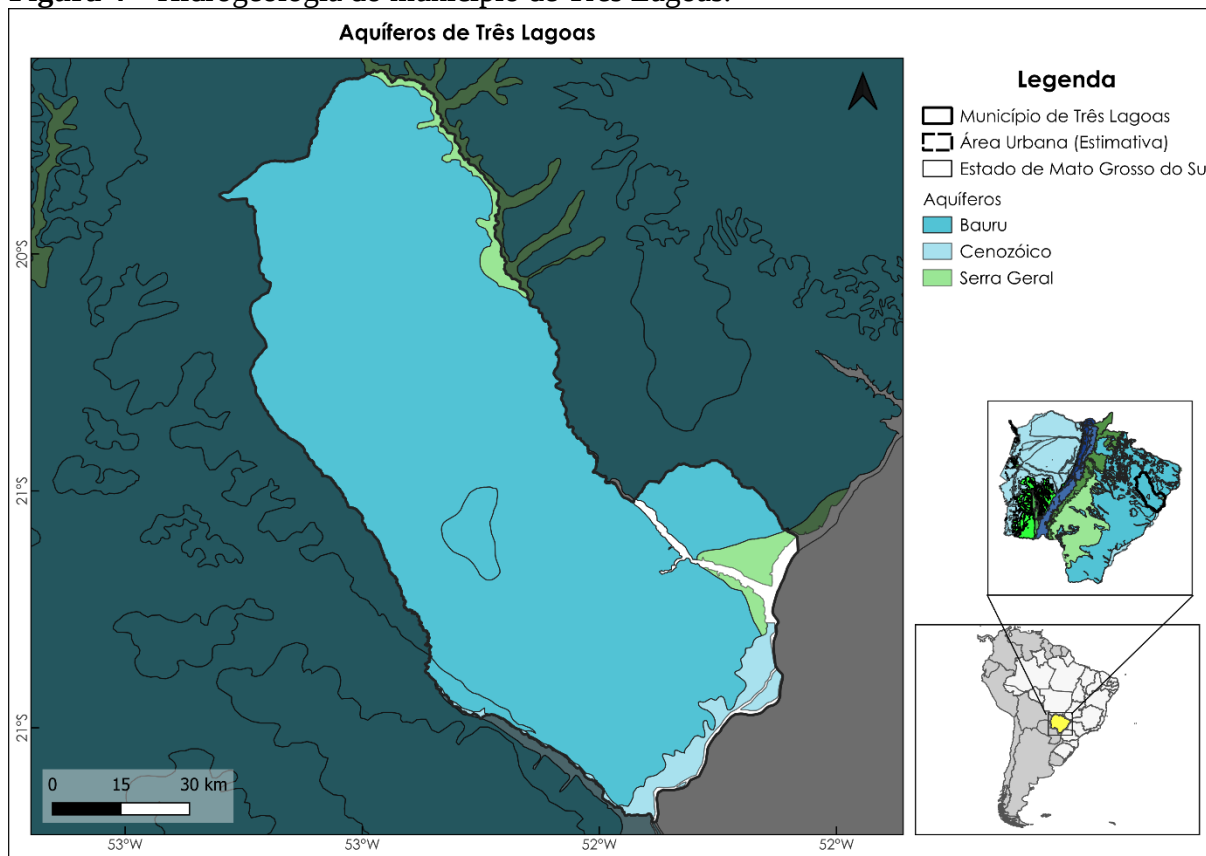
- Três Lagoas - 10.217,071 km²
- Área Urbana (Estimativa) - 58,991 km²

Geologia

- Caiua
- Depositos aluvionares
- Santo Anastacio
- Serra Geral, Grupo São Bento
- Vale do Rio do Peixe

Fonte: CPRM, 2006; CPRM, 2008; Embrapa, 2006; ANA, 2004. Adaptado por autora, 2025.

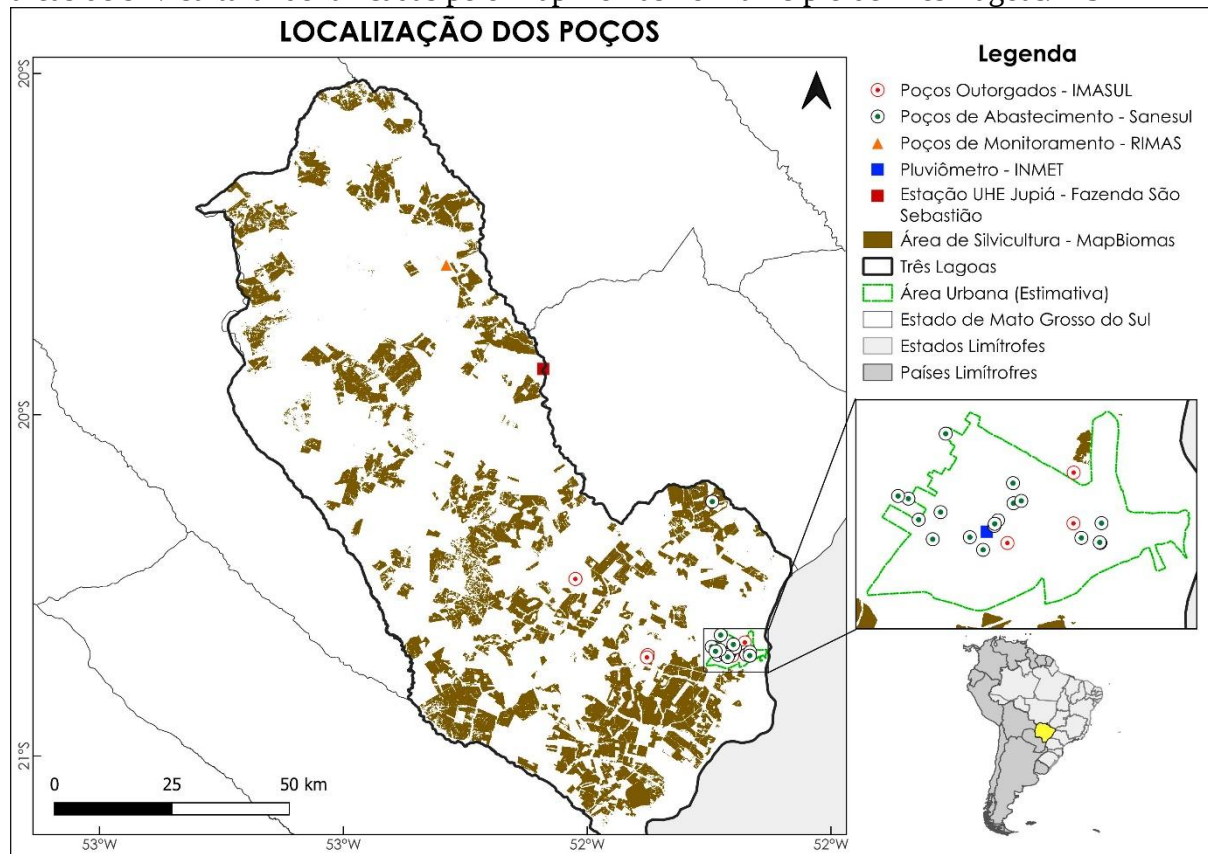
Figura 4 – Hidrogeologia do município de Três Lagoas.



Fonte: PERH, 2010. Adaptado por autora, 2025.

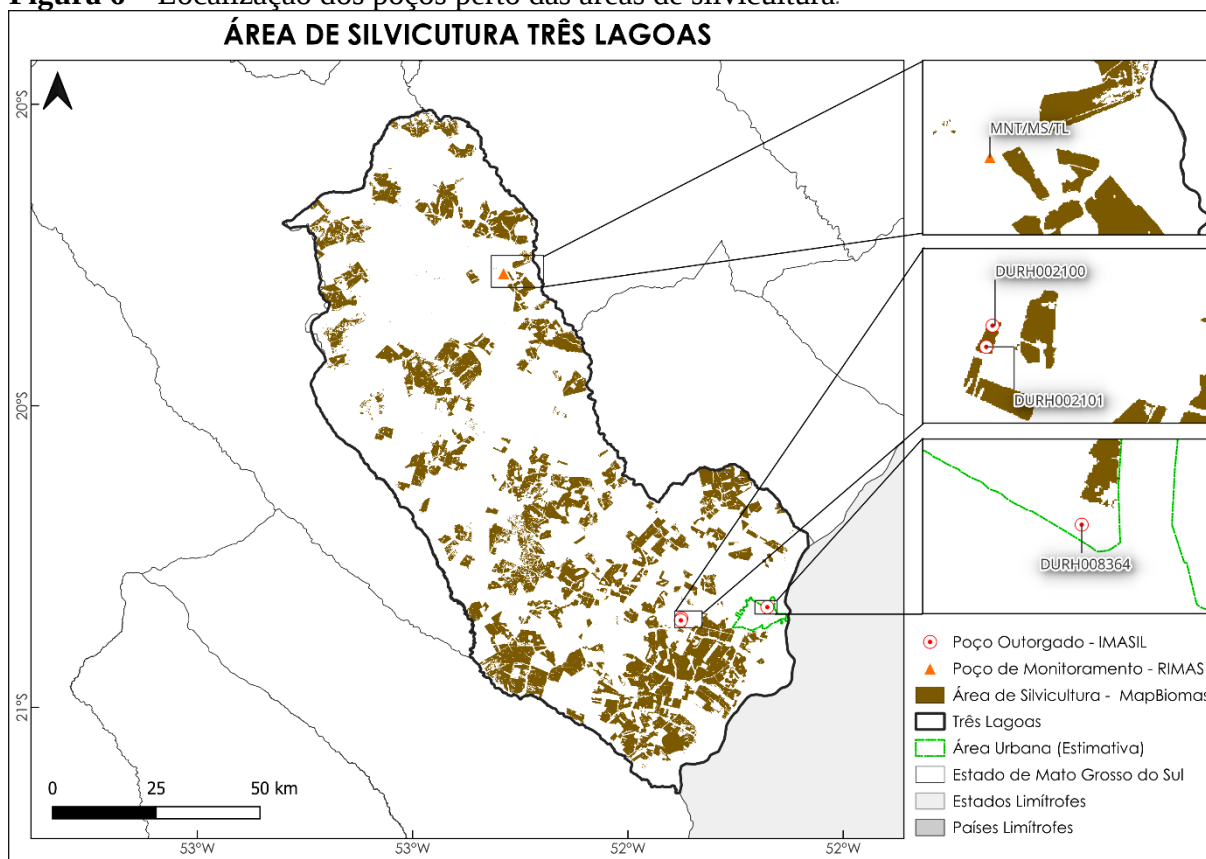
Para este estudo, adotaram-se os valores do MapBiomas, por consistirem em informações espacializadas que permitem identificar e delimitar as áreas ocupadas por silvicultura. O município de Três Lagoas destaca-se como um dos principais polos de produção florestal do estado de Mato Grosso do Sul, apresentando extensas áreas destinadas ao cultivo de espécies florestais comerciais, conforme ilustrado na **Figura 5**.

Figura 5 – Localização do pluviômetro do INMET, dos poços outorgados (IMASUL), dos poços de abastecimento (Sanesul) e do poço de monitoramento da rede RIMAS em relação às áreas de silvicultura identificadas pelo MapBiomas no município de Três Lagoas/MS.



Fonte: MapBiomas, 2023. Adaptado por Autora, 2025.

Figura 6 – Localização dos poços perto das áreas de silvicultura.



Fonte: MapBiomass, 2023. Adaptado por Autora, 2025.

5.2 Dados Climáticos e de Vazão



Tabela 3 – Dados da Precipitação Acumulada (mm), Temperatura Máxima (°C) e Vazão (m³/s) por estação chuvosa (Out – Abr) e estação seca (Mai – Set).

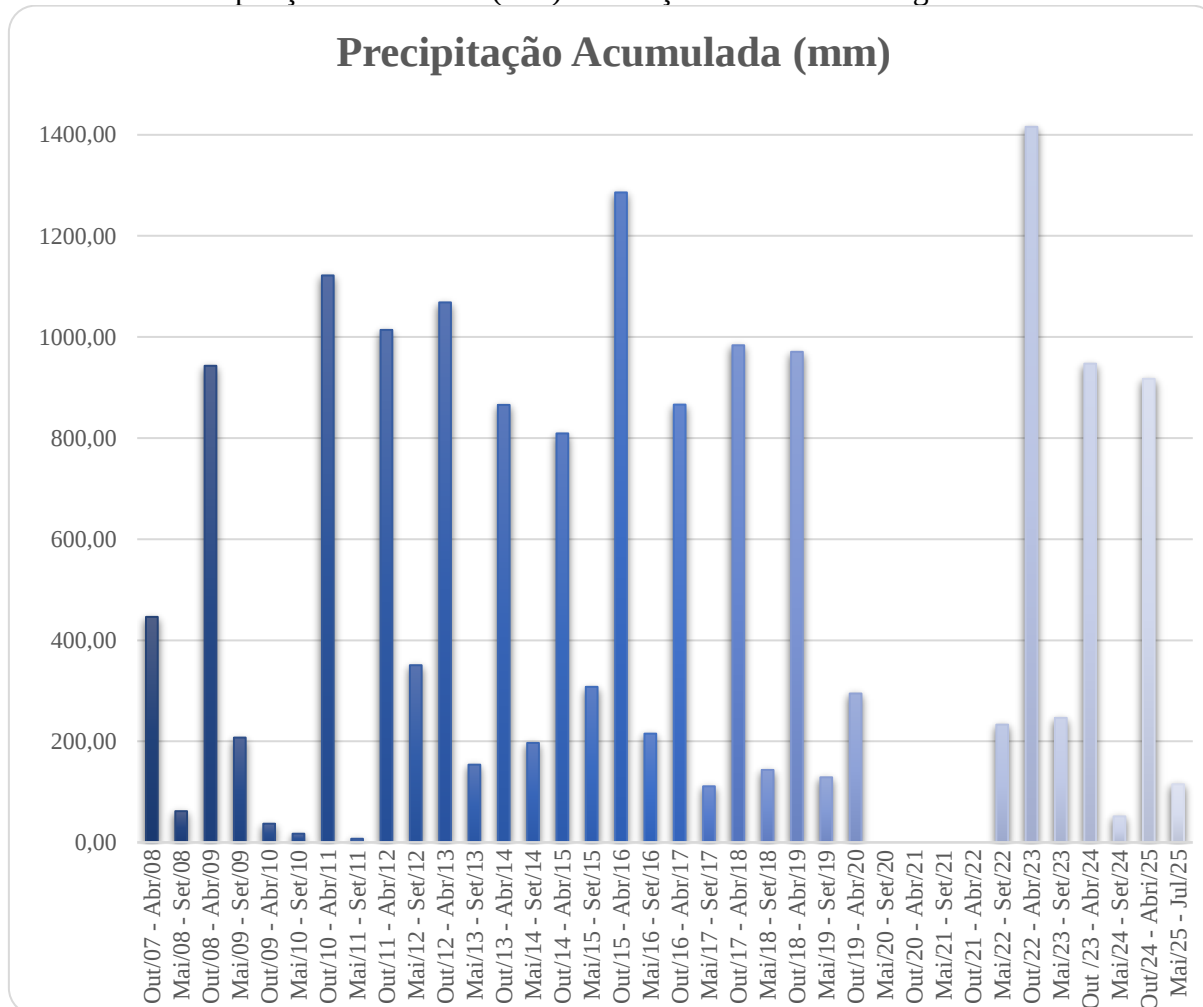
Data	Precipitação Acumulada (mm)	Média da Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Vazão (m³/s)
Out/07 - Abr/08	446,20 ⁽²⁾	31,38 ⁽²⁾	34,85 ⁽²⁾	(1)
Mai/08 - Set/08	61,80 ⁽²⁾	29,24 ⁽²⁾	32,68 ⁽²⁾	(1)
Out/08 - Abr/09	943,00	32,89	37,00	(1)
Mai/09 - Set/09	207,40 ⁽²⁾	28,16 ⁽²⁾	33,27 ⁽²⁾	(1)
Out/09 - Abr/10	37,00 ⁽²⁾	29,97 ⁽²⁾	35,80 ⁽²⁾	(1)
Mai/10 - Set/10	17,20	30,69	36,10	(1)
Out/10 - Abr/11	1121,80	32,14	36,32	(1)
Mai/11 - Set/11	7,20 ⁽²⁾	34,31 ⁽²⁾	39,80 ⁽²⁾	(1)
Out/11 - Abr/12	1014,00	32,87	36,91	(1)
Mai/12 - Set/12	350,60	29,83	34,38	(1)
Out/12 - Abr/13	1068,40	33,31	37,21	(1)
Mai/13 - Set/13	153,80	30,40	35,16	(1)
Out/13 - Abr/14	865,60	33,95	37,67	(1)
Mai/14 - Set/14	196,80	30,83	36,70	(1)
Out/14 - Abr/15	809,20	33,73	35,26	(1)
Mai/15 - Set/15	307,80	30,82	35,44	287,50
Out/15 - Abr/16	1286,00	34,44	38,41	365,28
Mai/16 - Set/16	215,20	29,59	34,40	285,88
Out/16 - Abr/17	866,20	33,18	36,88	376,42
Mai/17 - Set/17	111,00 ⁽²⁾	29,64 ⁽²⁾	33,95 ⁽²⁾	283,12
Out/17 - Abr/18	983,60	33,82	37,79	381,52
Mai/18 - Set/18	143,40	31,06	37,00	266,31
Out/18 - Abr/19	970,60	34,07	38,10	350,83
Mai/19 - Set/19	128,80	31,22	36,28	243,53
Out/19 - Abr/20	294,60 ⁽²⁾	35,05 ⁽²⁾	39,13 ⁽²⁾	342,12
Mai/20 - Set/20	(1)	(1)	(1)	229,15
Out/20 - Abr/21	(1)	(1)	(1)	239,04
Mai/21 - Set/21	(1)	(1)	(1)	192,34
Out/21 - Abr/22	(1)	(1)	(1)	304,30
Mai/22 - Set/22	233,00 ⁽²⁾	30,64 ⁽²⁾	38,65 ⁽²⁾	225,56
Out/22 - Abr/23	1415,80	32,77	36,56	299,22
Mai/23 - Set/23	246,40	31,77	36,62	242,24
Out /23 - Abr/24	947,20	35,49	40,36	262,38
Mai/24 - Set/24	51,40	32,58	37,50	200,59
Out/24 - Abri/25	917,20	33,93	38,33	286,71
Mai/25 - Jul/25	115,00	28,67	34,40	237,83

Fonte: CEMTEC e INMET, 2007 – 2025. Agencia Nacional de Águas, 2026. Adaptado por Autora, 2026.



NOTAS: ⁽¹⁾ Sem dados; ⁽²⁾ Dados Faltantes.

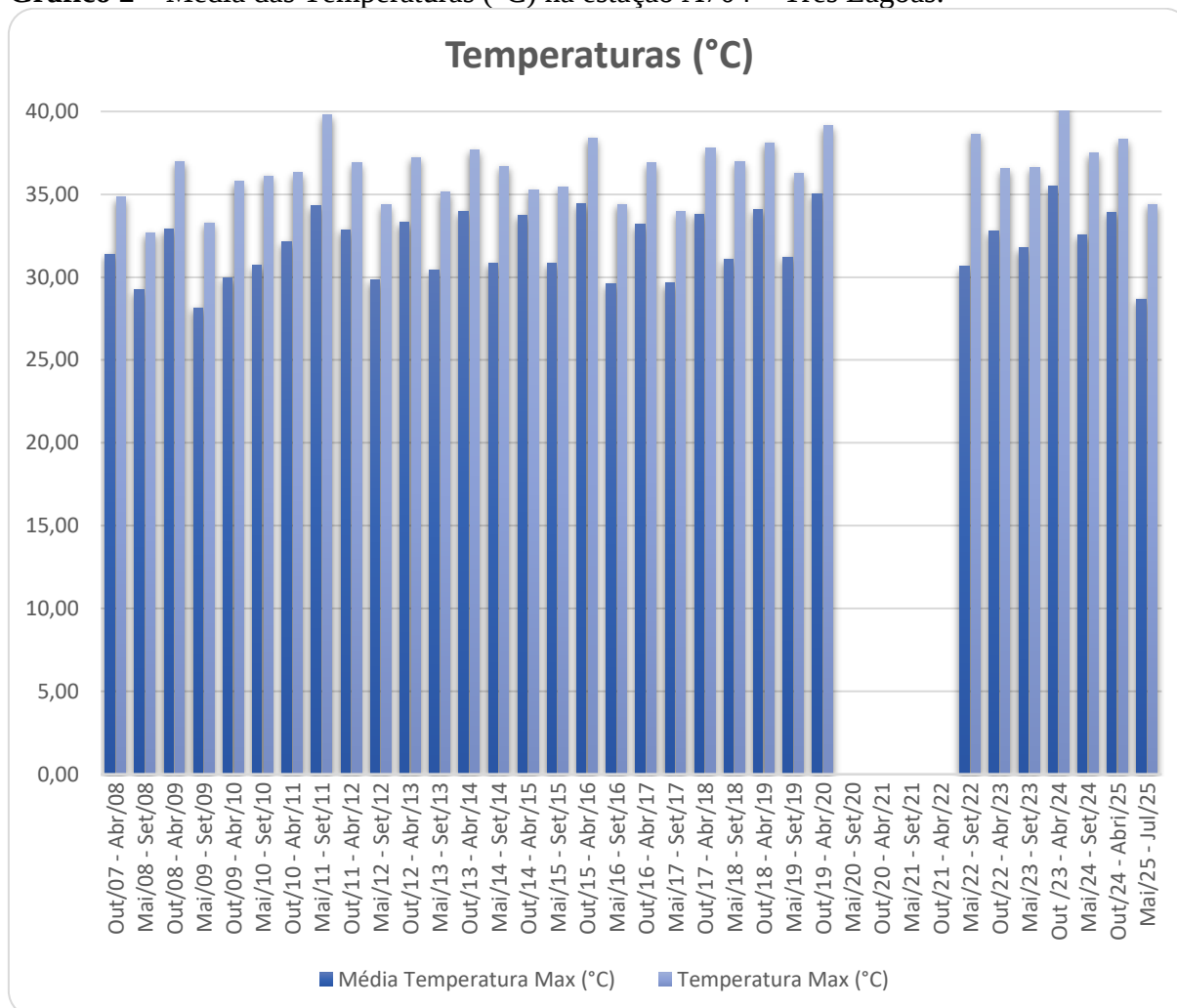
Gráfico 1 – Precipitação Acumulada (mm) na estação A704 – Três Lagoas.



Fonte: CEMTEC e INMET, 2007 – 2025. Adaptado por Autora, 2025.



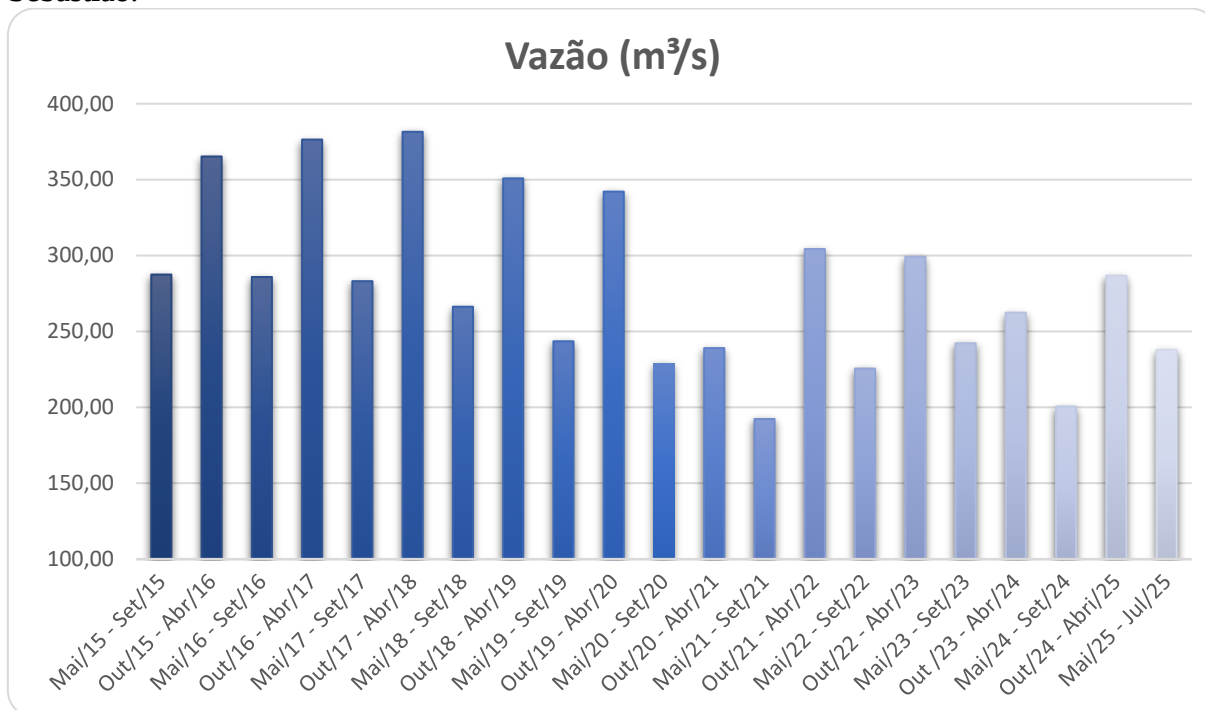
Gráfico 2 – Média das Temperaturas (°C) na estação A704 – Três Lagoas.



Fonte: CEMTEC e INMET, 2007 – 2025. Adaptado por Autora, 2025.



Gráfico 3 – Média da Vazão (m^3/s) na estação 63003200 – UHE Jupia Fazenda São Sebastião.



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2015 – 2025. Adaptado por Autora, 2026.

5.3 Poços Aquífero Bauru

5.3.1 Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS)



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Tabela 4 – Dados do Poço MNT/MS/TL01.

Nome do Poço	Latitude	Longitude	Profundidade (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m ³ /h)	Tipo de Revestimento	Diâmetro (pol)	Data de Instalação
MNT/MS/TL01	-19,992	-52,2888	76	37,6	45,71	6,59	Geomecânico	8 1/2	20/05/2023

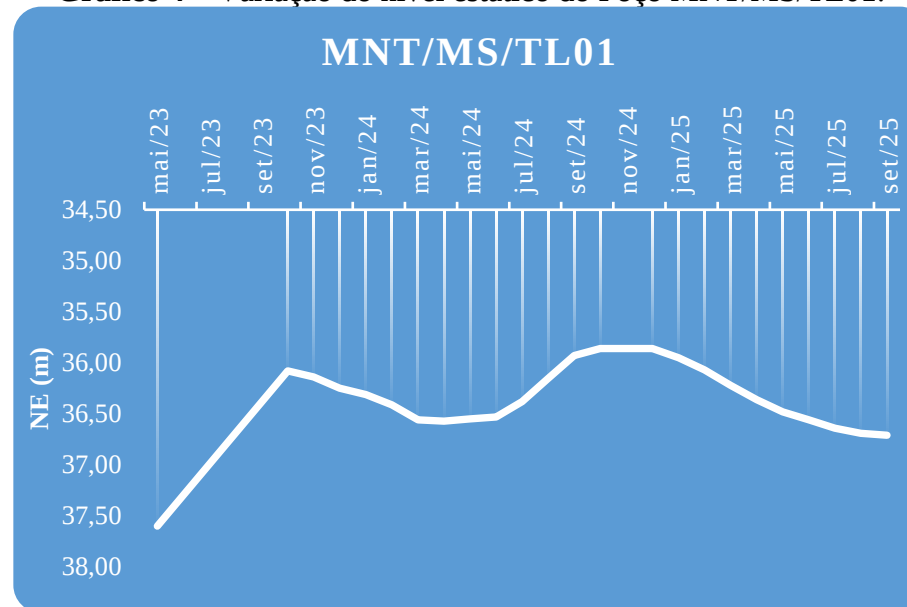
Fonte: RIMAS, 2023. Adaptado por Autora, 2025.



Tabela 5 – Dados de Monitoramento do Poço MNT/MS/TL01.

Data	NE (m)	Variação (%)
Mai/23	37,6	0,00
Out/23	36,08	4,04
Nov/23	36,14	3,88
Dez/23	36,25	3,59
Jan/24	36,31	3,43
Fev/24	36,41	3,16
Mar/24	36,56	2,77
Abr/24	36,57	2,74
Mai/24	36,55	2,79
Jun/24	36,53	2,85
Jul/24	36,38	3,24
Ago/24	36,15	3,86
Set/24	35,93	4,44
Out/24	35,86	4,63
Dez/24	35,86	4,63
Jan/25	35,95	4,39
Fev/25	36,07	4,07
Mar/25	36,22	3,67
Abr/25	36,36	3,30

Gráfico 4 – Variação do nível estático do Poço MNT/MS/TL01.



Fonte: RIMAS, 2025. Adaptado por Autora, 2026.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Mai/25	36,48	2,98
Jun/25	36,56	2,77
Jul/25	36,64	2,55
Ago/25	36,69	2,42
Set/25	36,71	2,37

Fonte: RIMAS, 2023. Adaptado por Autora, 2025.



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



5.3.2 Empresa de Saneamento do Mato Grosso do Sul (Sanesul)

Tabela 6 – Dados dos Poços de Abastecimento da Sanesul.

Nome do Poço	Latitude	Longitude	Profundidade (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	Tipo de Revestimento	Diâmetro (pol)	Data de Perfuração
TLG - 001	-20,7877338	-51,7070629	85,00	14,00	24,00	62,40	Aço din 2440 de 8"	12 1/4	12/08/1974
TLG - 002	-20,785571	-51,7056693	79,00	12,00	20,00	68,00	Aço din 2440 de 8"	12 1/4	20/10/1974
TLG - 007	-20,7943582	-51,6660276	92,00	23,00	31,50	58,00	Aço Manessman din 2440 8"	15	29/04/1978
TLG - 009	-20,7924141	-51,6733598	94,37	17,20	46,80	107,00	Aço din 2440 Manessman de 10"	15	01/07/1981
TLG - 013	-20,7929283	-51,7309827	140,00	14,00	79,10	72,00	Aço Schedlule 10" e Aço din 2440 de 6"	17	16/07/1984
TLG - 014	-20,7771936	-51,7403988	160,00	16,15	43,88	48,00	Aço din 2440 Manessman de 8"	15	27/03/1978
TLG - 021	-20,786698	-51,665552	60,53	15,98	30,20	102,80	Aço din 2440 8"	17 1/2	29/06/1986
TLG - 023	-20,7869572	-51,7069439	83,00	14,00	26,70	80,00	PVC Geomecânico 8"	17 1/2	28/11/1993
TLG - 024	-20,7789906	-51,6996917	83,00	15,00	26,00	100,00	PVC Geomecânico 8"	17 1/2	04/12/1993
TLG - 025	-20,7780633	-51,6966612	85,50	16,25	31,00	79,20	PVC Geomecânico 8"	17 1/2	17/12/1993
TLG - 026	-20,7921577	-51,7165859	111,00	8,45	29,30	80,00	PVC Geomecânico 8"	17 1/2	11/12/1993
TLG - 027	-20,7761643	-51,7444096	180,00	42,00	96,00	63,00	PVC Geomecânico 8"	17 1/2	01/03/2000
TLG - 028	-20,8027953	-51,724477	80,00	5,50	17,00	113,00	PVC Geomecânico 8"	17 1/2	28/06/2000
TLG - 029	-20,7970401	-51,7114589	120,00	8,60	29,20	79,20	PVC Geomecânico 8"	17 1/2	22/06/2000
TLG - 030	-20,4782269	-51,7430848	120,00	21,00	53,00	141,00	PVC Starndart de 8"	15	01/11/2003
TLG - 031	-20,7711924	-51,6998576	77,70	13,80	25,00	88,00	PVC Starndart de 8"	14 3/4	25/08/2006
TLG - 032	-20,7941495	-51,6662477	81,95	17,00	20,00	99,00	PVC Starndart de 8"	14 3/4	07/09/2006
TLG - 033	-20,7824332	-51,727925	145,00	11,26	33,00	198,00	PVC Starndart de 10"	17 1/2	28/02/2009



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



TLG - 034	-20,8014775	-51,7347809	138,44	4,00	17,37	120,00	Tubo de aço schedule 40 de 10" e 8"	17 1/2	25/06/2011
TLG - 036	-20,7853515	-51,7364226	153,00	19,00	35,00	94,00	PVC Aditivado, nervurado, reforçado de 8"	17 1/2	23/08/2014
TLG - 042	-20,7520105	-51,7259542	132,00	20,00	40,00	92,00	PVC Aditivado, nervurado, reforçado de 8"	17 1/2	03/12/2023

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

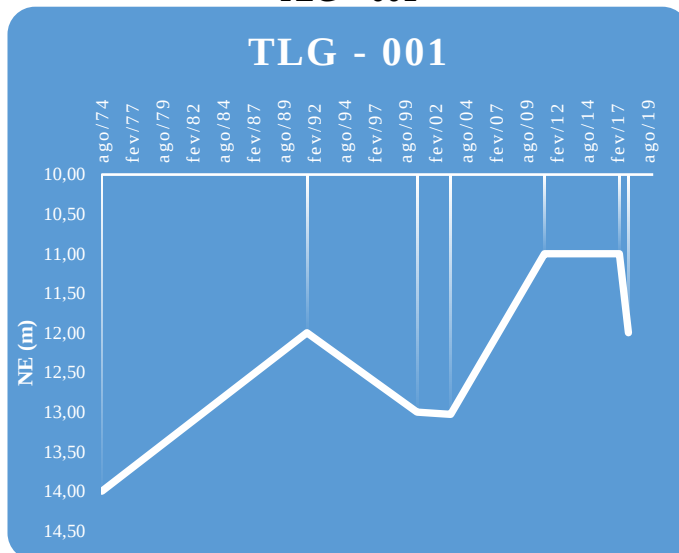


Tabela 7 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 001

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
02/08/1974	14,00	0,00
19/07/1991	12,00	14,29
06/08/2000	13,00	7,14
05/05/2003	13,03	6,93
28/02/2011	11,00	21,43
06/04/2017	11,00	21,43
31/01/2018	12,00	14,29

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 5 – Variação do nível estático do Poço TLG – 001



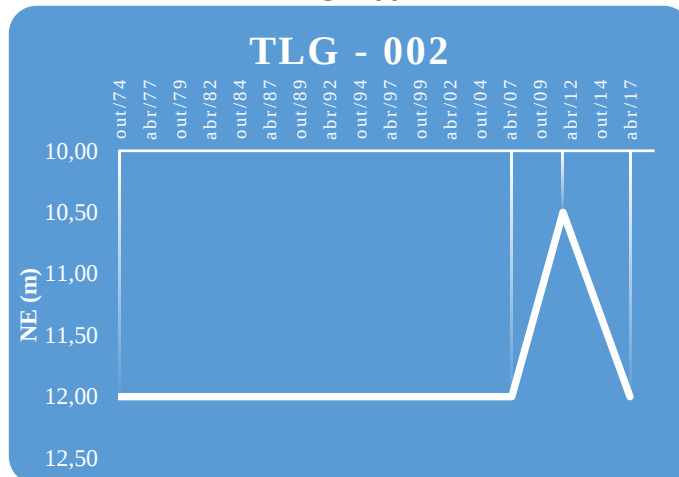
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 8 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 002

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
20/10/1974	12,00	0
18/06/2007	12,00	0,00
29/09/2011	10,50	12,50
13/04/2017	12,00	12,00

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 6 – Variação do nível estático do Poço TLG – 002



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

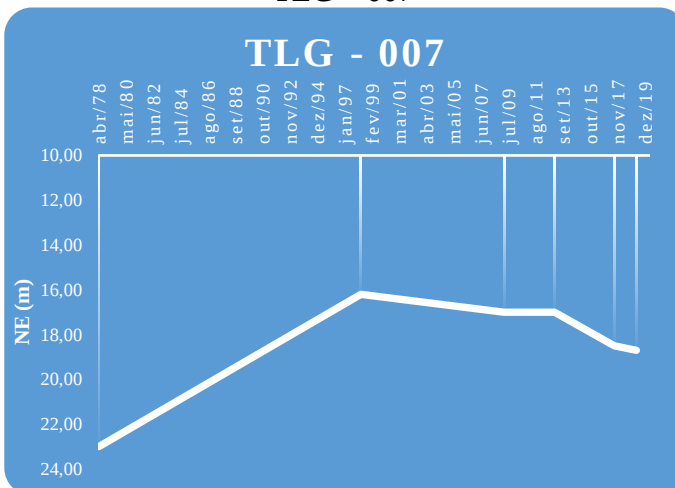


Tabela 9 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 007

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
29/04/1978	23,00	0,00
22/04/1998	16,20	29,57
02/03/2009	17,00	26,09
28/01/2013	17,00	26,09
28/08/2017	18,50	19,57
27/04/2019	18,70	18,70

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 7 – Variação do nível estático do Poço TLG – 007



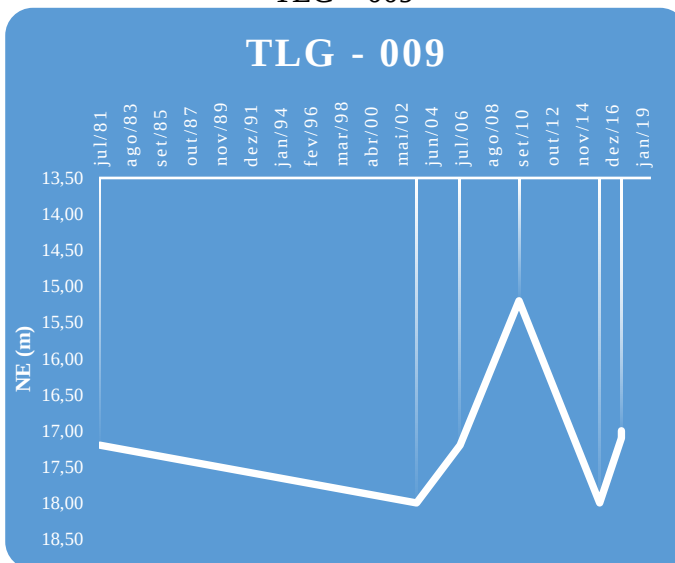
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 10 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 009

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
01/07/1981	17,20	0,00
27/06/2003	18,00	-4,65
01/06/2006	17,20	0,00
12/07/2010	15,20	11,63
27/02/2016	18,00	-4,65
19/08/2017	17,10	0,58
12/08/2018	17,00	1,16

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 8 – Variação do nível estático do Poço TLG – 009



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

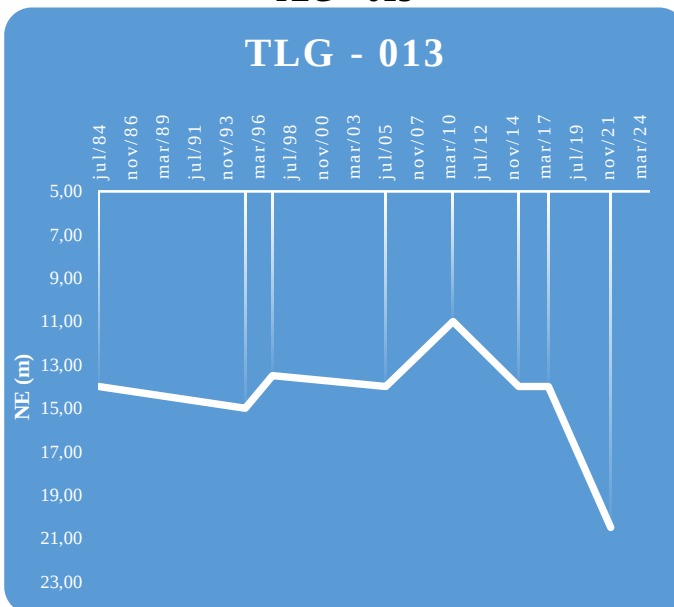


Tabela 11 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 013

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
16/07/1984	14,00	0,00
24/04/1995	15,00	-7,14
08/04/1997	13,50	3,57
17/08/2005	14,00	0,00
27/07/2010	11,00	21,43
07/05/2015	14,00	0,00
01/07/2017	14,00	0,00
10/02/2022	20,50	-46,43

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 9 – Variação do nível estático do Poço TLG – 013



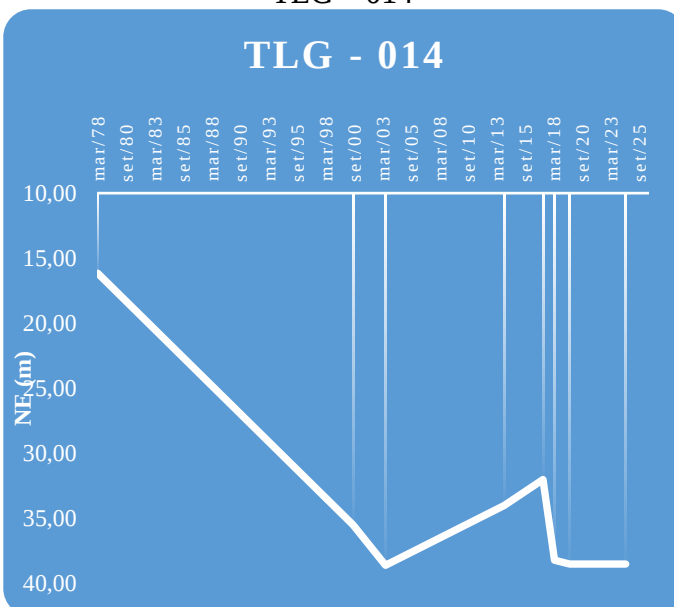
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 12 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 014

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
27/03/1978	16,15	0,00
15/08/2000	35,50	-119,81
01/06/2003	38,60	-139,01
20/11/2013	34,00	-110,53
02/04/2017	32,00	-98,14
14/04/2018	38,20	-136,53
19/08/2019	38,50	-138,39
29/07/2024	38,50	-138,39

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 10 – Variação do nível estático do Poço TLG – 014



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

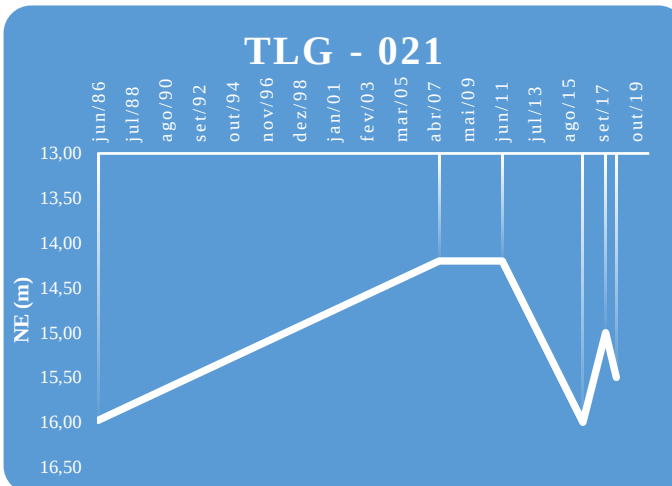


Tabela 13 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 021

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
29/06/1986	15,98	0,00%
21/08/2007	14,20	11,14%
04/07/2011	14,20	11,14%
27/07/2016	16,00	-0,13%
16/12/2017	15,00	6,13%
24/08/2018	15,50	3,00%

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 11 – Variação do nível estático do Poço TLG – 021



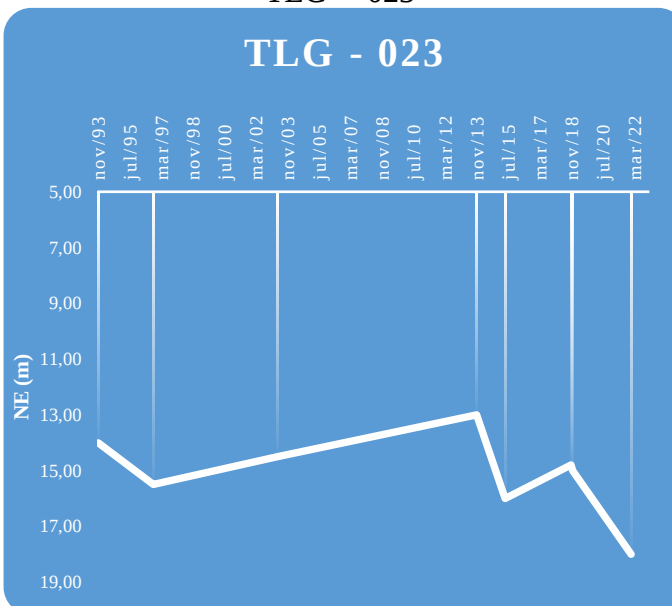
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 14 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 023

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
28/11/1993	14,00	0,00
24/10/1996	15,50	-10,71
27/05/2003	14,50	-3,57
12/11/2013	13,00	7,14
06/05/2015	16,00	-14,29
23/11/2018	14,80	-5,71
09/12/2018	15,00	-7,14
12/01/2022	18,00	-28,57

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 12 – Variação do nível estático do Poço TLG – 023



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

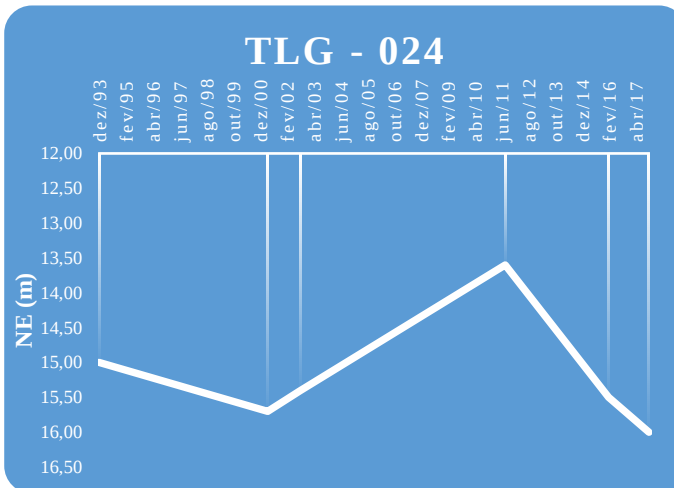


Tabela 15 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 024

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
04/12/1993	15,00	0,00
05/04/2001	15,70	-4,67
29/09/2002	15,40	-2,67
31/08/2011	13,60	9,33
15/02/2016	15,50	-3,33
23/11/2017	16,00	-6,67

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 13 – Variação do nível estático do Poço TLG – 024



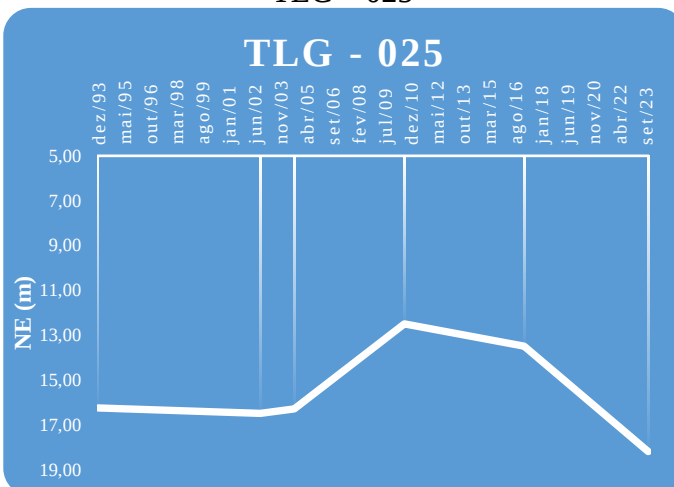
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 16 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 025

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
17/12/1993	16,25	0,00
09/10/2002	16,50	-1,54
24/08/2004	16,30	-0,31
19/08/2010	12,50	23,08
17/02/2017	13,50	16,92
11/11/2023	18,20	-12,00

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 14 – Variação do nível estático do Poço TLG – 025



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

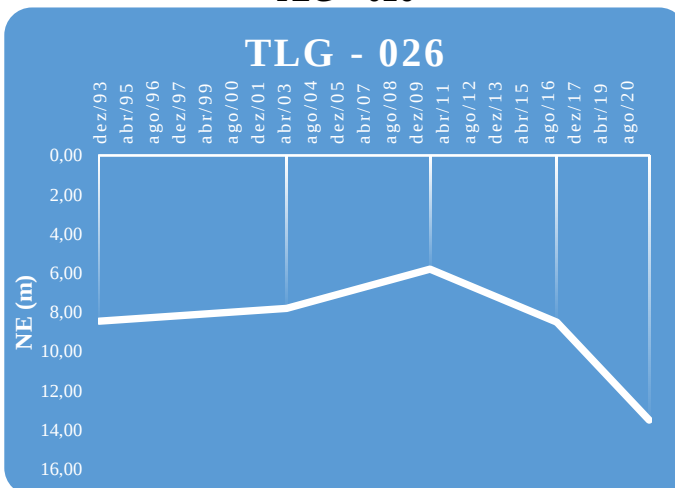


Tabela 17 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 026

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
11/12/1993	8,45	0,00%
03/06/2003	7,80	7,69%
22/09/2010	5,80	31,36%
03/02/2017	8,50	-0,59%
01/10/2021	13,50	-59,76%

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 15 – Variação do nível estático do Poço TLG – 026



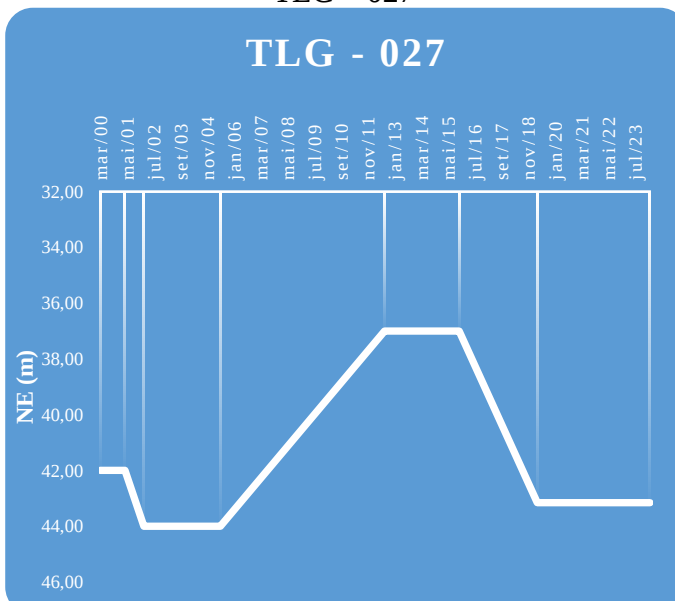
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 18 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 027

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
01/03/2000	42,00	0,00
06/04/2001	42,00	0,00
23/02/2002	44,00	-4,76
21/06/2005	44,00	-4,76
16/08/2012	37,00	11,90
14/11/2015	37,00	11,90
07/04/2019	43,15	-2,74
07/03/2024	43,15	-2,74

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 16 – Variação do nível estático do Poço TLG – 027



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

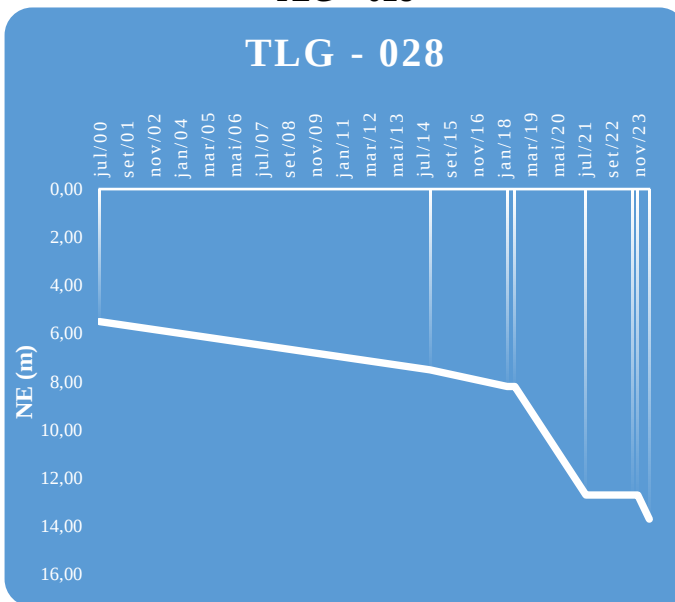


Tabela 19 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 028

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
28/06/2000	5,50	0,00
24/11/2014	7,50	-36,36
20/03/2018	8,20	-49,09
17/07/2018	8,20	-49,09
29/08/2021	12,70	-130,91
03/08/2023	12,70	-130,91
24/11/2023	12,70	-130,91
10/05/2024	13,70	-149,09

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 17 – Variação do nível estático do Poço TLG – 028



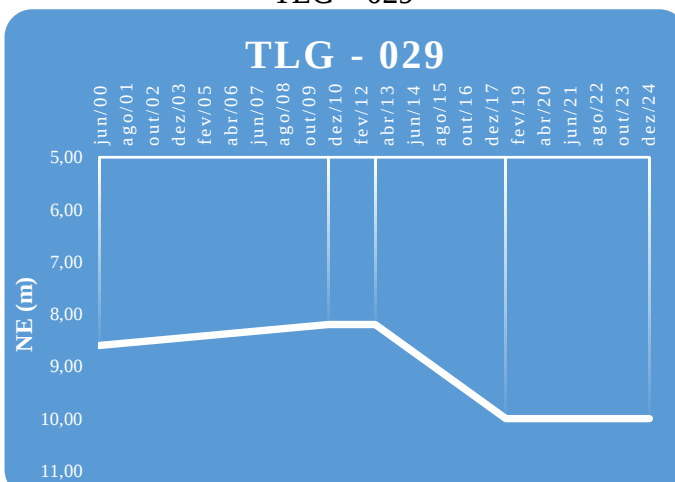
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 20 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 029

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
22/06/2000	8,60	0,00
28/09/2010	8,20	4,65
31/10/2012	8,20	4,65
02/08/2018	10,00	-16,28
23/01/2025	10,00	-16,28

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 18 – Variação do nível estático do Poço TLG – 029



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

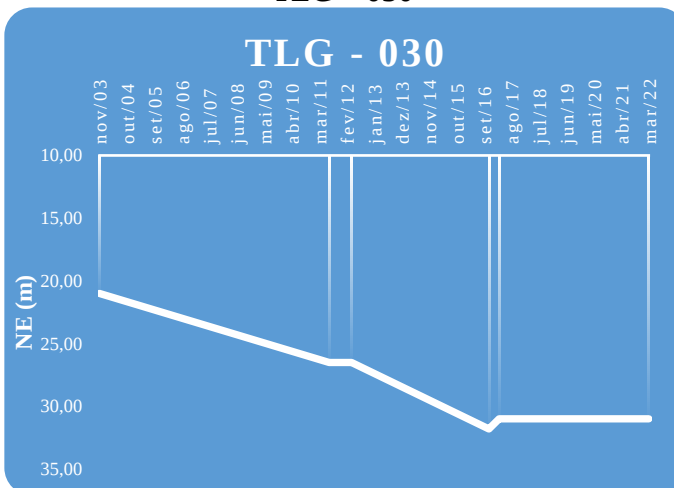


Tabela 21 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 030

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
01/11/2003	21,00	0,00
18/07/2011	26,50	-26,19
11/04/2012	26,50	-26,19
25/11/2016	31,80	-51,43
17/03/2017	31,00	-47,62
19/03/2022	31,00	-47,62

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 19 – Variação do nível estático do Poço TLG – 030



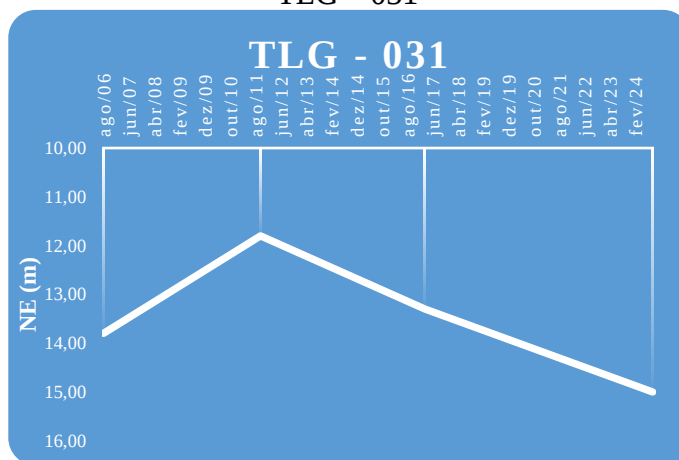
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 22 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 031

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
25/08/2006	13,80	0,00
03/10/2011	11,80	14,49
06/03/2017	13,30	3,62
24/09/2024	15,00	-8,70

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 20 – Variação do nível estático do Poço TLG – 031



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

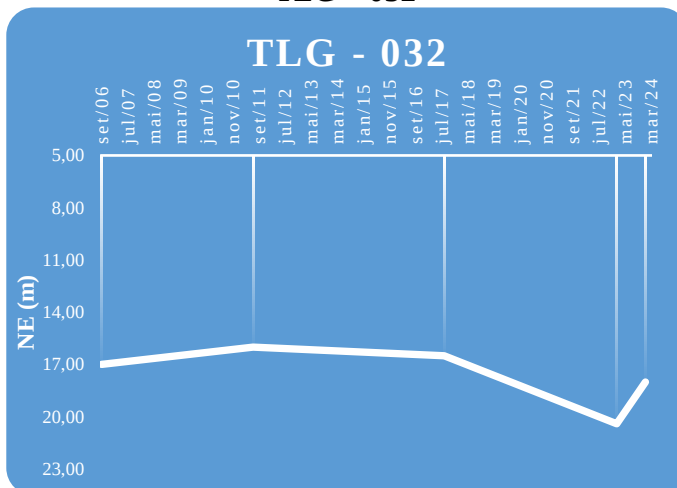


Tabela 23 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 032

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
07/09/2006	17,00	0,00
11/07/2011	16,00	5,88
17/08/2017	16,50	2,94
22/02/2023	20,40	-20,00
30/01/2024	18,00	-5,88

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 21 – Variação do nível estático do Poço TLG – 032



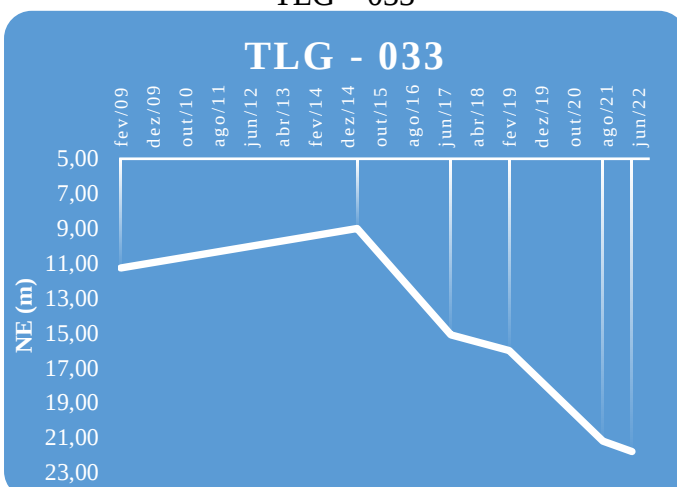
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 24 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 033

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
28/02/2009	11,26	0,00
06/03/2015	9,00	20,07
02/08/2017	15,10	-34,10
14/02/2019	16,00	-42,10
30/07/2021	21,20	-88,28
08/04/2022	21,80	-93,61

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 22 – Variação do nível estático do Poço TLG – 033



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

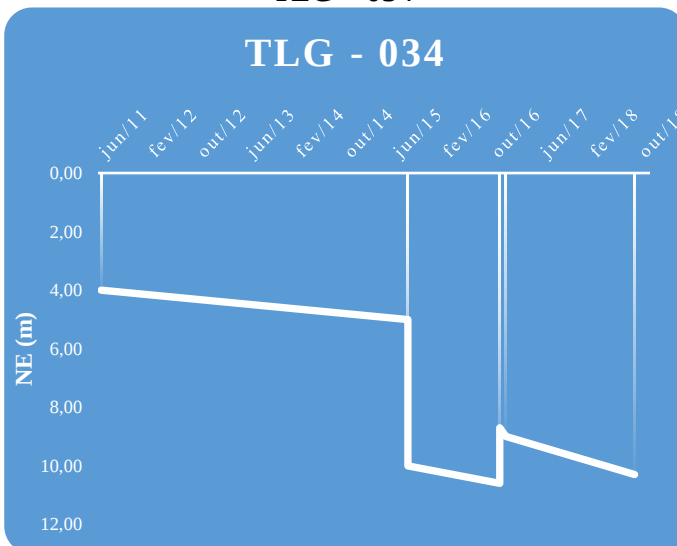


Tabela 25 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 034

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
25/06/2011	4,00	0,00
05/08/2015	5,00	-25,00
21/08/2015	10,00	-150,00
14/11/2016	10,60	-165,00
28/11/2016	8,70	-117,50
22/12/2016	9,00	-125,00
28/09/2018	10,30	-157,50

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 23 – Variação do nível estático do Poço TLG – 034



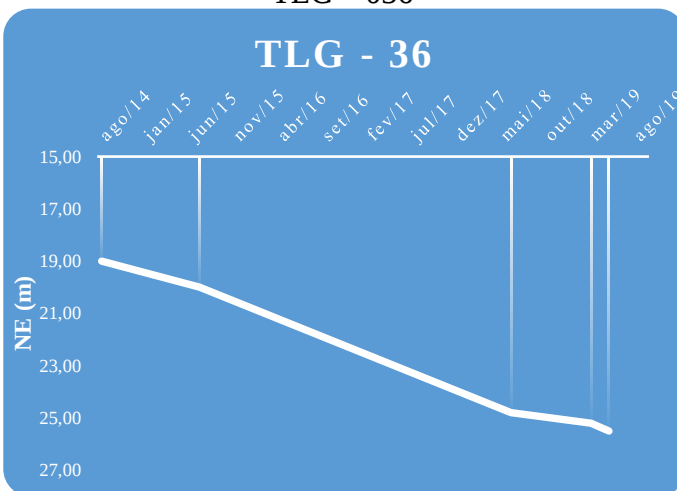
Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025

Tabela 26 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 036

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
23/08/2014	19,00	0,00
30/07/2015	20,00	-5,26
13/06/2018	24,80	-30,53
29/03/2019	25,20	-32,63
29/05/2019	25,50	-34,21

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 24 – Variação do nível estático do Poço TLG – 036



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

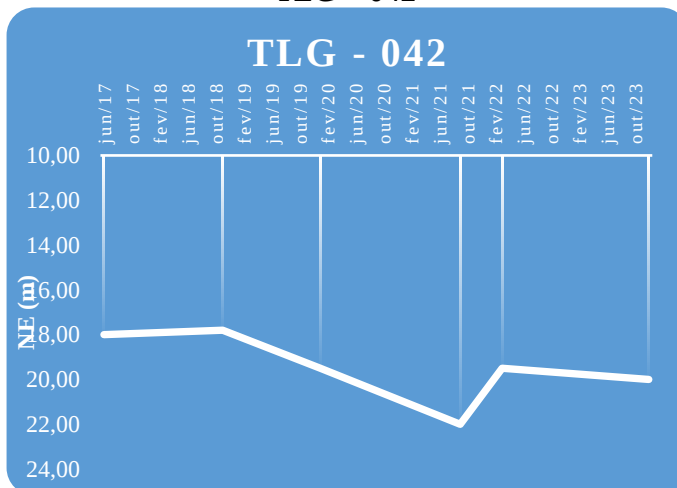


Tabela 27 – Dados de Monitoramento do Poço TLG – 042

Data de Manutenção	NE (m)	Variação (%)
23/06/2017	18,00	0,00
29/11/2018	17,80	10,00
14/01/2020	19,50	11,00
25/09/2021	22,00	2,50
09/03/2022	19,50	-10,00
03/12/2023	20,00	2,50

Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 25 – Variação do nível estático do Poço TLG – 042



Fonte: Sanesul, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

5.3.3 Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul (IMASUL)



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Tabela 28 – Dados dos Poços de Outorgados do IMASUL.

Nome do Poço	Latitude	Longitude	Profundidade (m)	NE (m)	ND (m)	Vazão (m³/h)	Tipo de Revestimento	Diâmetro (pol)	Data do Teste de Bombeamento
DURH008593	-20,787	-51,676	47,5	16,75	18,74	0,83	PVC Geomecânico	8	15/12/2016
DURH008364	-20,767	-51,676	100	21,32	27,03	33,75	Aço Carbono	14 3/4	15/01/2017
DURH007841	-20,637	-52,024	126	29,6	53,45	10,16	Geomecânico Reforçado	12 3/4	07/06/2017
DURH002100	-20,793	-51,876	216	26,5	40,85	46	Aço Galvanizado	0,00 a 18,00 m (20") 18,00 a 102,00 m (12 3/4") 90,00 a 206,00 m (6")	12/10/2010
DURH002101	-20,798	-51,877	198	34,28	44,55	38,135	Aço Galvanizado	0,00 a 18,00 m (20") 18,00 a 90,00 m (12 3/4") 90,00 a 198,00 m (6")	10/09/2010
DURH006975	-20,637	-52,024	126	29,6	53,45	10,16	Geomecânico Reforçado	12 3/4	07/06/2017
DURH021800	-20,794	-51,702	88	17,17	19,28	9,04	**	0,00 a 48,00 (12") 48,00 a 88,00 (6")	06/02/2023
DURH005599	-20,762	-51,712	103	5,15	18,06	31,22	Geomecânico Reforçado	12	27/05/2013

Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

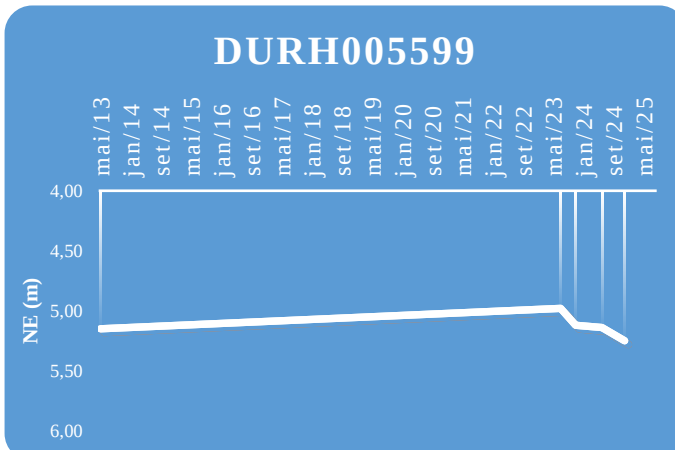


Tabela 29 – Dados de Monitoramento do Poço DURH005599

Data do Teste de Bombeamento	NE (m)	Variação (%)
Mai/13	5,15	0,00
Jul/23	4,98	3,30
Nov/23	5,12	0,58
Jun/24	5,14	0,19
Dez/24	5,25	-1,94

Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Gráfico 26 – Variação do nível estático do Poço DURH005599



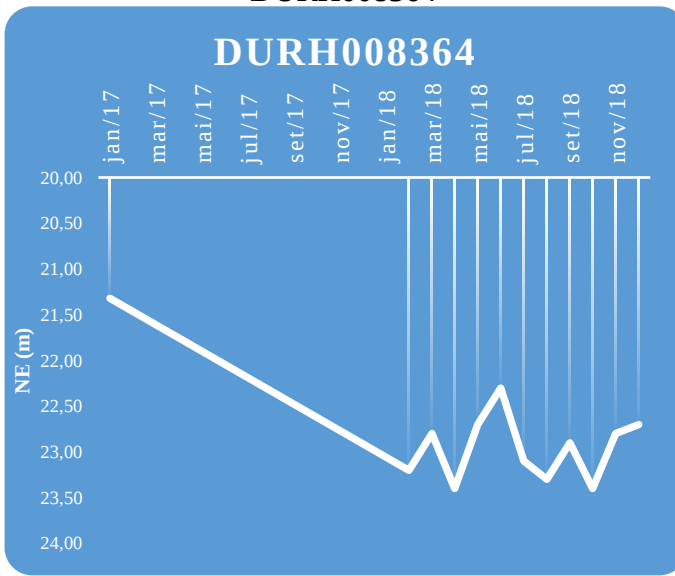
Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 30 – Dados de Monitoramento do Poço DURH008364

Data do Teste de Bombeamento	NE (m)	Variação (%)
Jan/17	21,32	0,00
Fev/18	23,20	-8,82
Mar/18	22,80	-6,94
Abr/18	23,40	-9,76
Mai/18	22,70	-6,47
Jun/18	22,30	-4,60
Jul/18	23,10	-8,35
Ago/18	23,30	-9,29
Set/18	22,90	-7,41
Out/18	23,40	-9,76
Nov/18	22,80	-6,94
Dez/18	22,70	-6,47

Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025

Gráfico 27 – Variação do nível estático do Poço DURH008364



Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

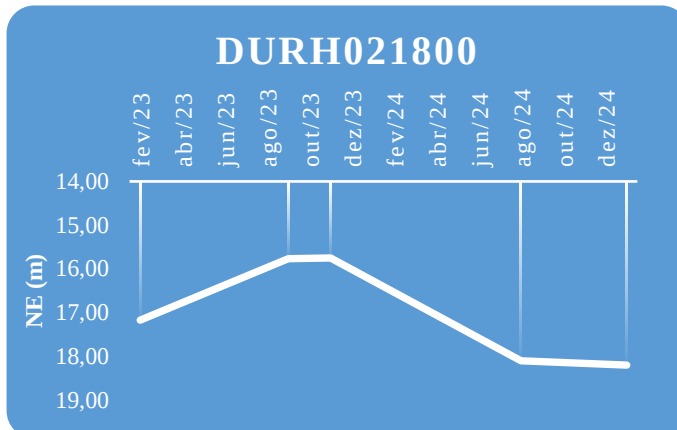


Tabela 31 – Dados de Monitoramento do Poço DURH021800

Data do Teste de Bombeamento	NE (m)	Variação (%)
Fev/23	17,17	0,00
Set/23	15,77	8,15
Nov/23	15,75	8,27
Ago/24	18,10	-5,42
Jan/25	18,20	-6,00

Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025

Gráfico 28 – Variação do nível estático do Poço DURH021800



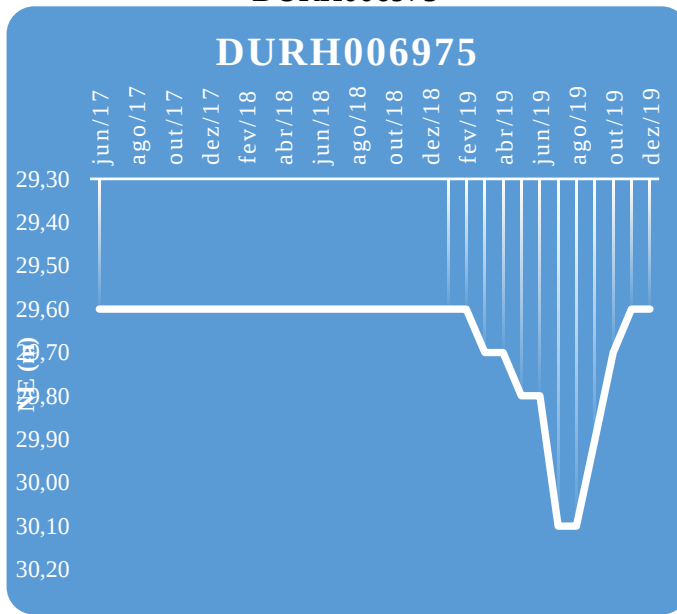
Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

Tabela 32 – Dados de Monitoramento do Poço DURH006975

Data do Teste de Bombeamento	NE (m)	Variação (%)
Jun/17	29,60	0,00
Jan/19	29,60	0,00
Fev/19	29,60	0,00
Mar/19	29,70	-0,34
Abr/19	29,70	-0,34
Mai/19	29,80	-0,68
Jun/19	29,80	-0,68
Jul/19	30,10	-1,69
Ago/19	30,10	-1,69
Set/19	29,90	-1,01
Out/19	29,70	-0,34
Nov/19	29,60	0,00
Dez/19	29,60	0,00

Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025

Gráfico 29 – Variação do nível estático do Poço DURH006975



Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

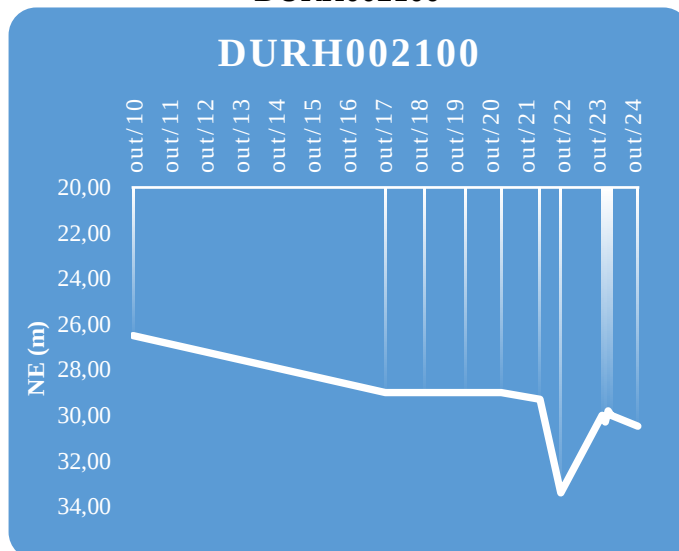


Tabela 33 – Dados de Monitoramento do Poço DURH002100

Data do Teste de Bombeamento	NE (m)	Variação (%)
Out/10	26,50	0,00
Nov/17	29,00	-9,43
Dez/18	29,00	-9,43
Fev/20	29,00	-9,43
Fev/21	29,00	-9,43
Mar/22	29,29	-10,53
Out/22	33,40	-26,04
Dez/23	30,00	-13,21
Jan/24	30,29	-14,30
Fev/24	29,80	-12,45
Mar/24	30,00	-13,21
Dez/24	30,47	-14,98

Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025

Gráfico 30 – Variação do nível estático do Poço DURH002100



Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

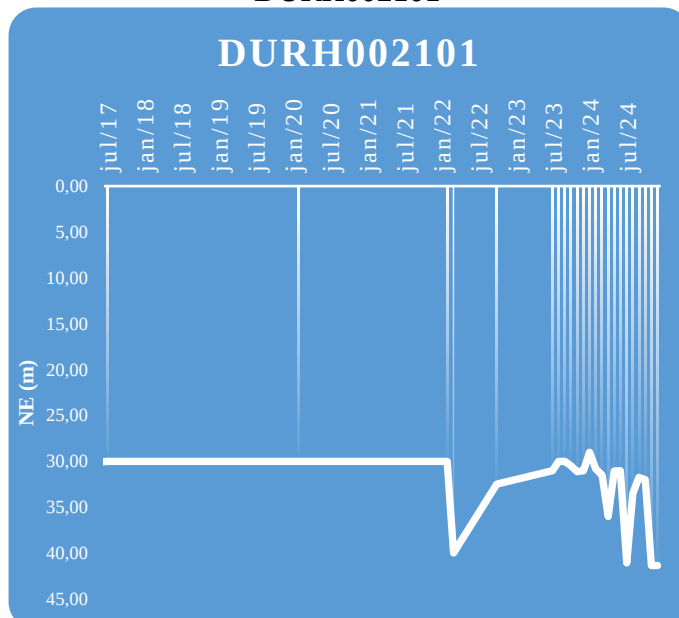


Tabela 34 – Dados de Monitoramento do Poço DURH002101

Data do Teste de Bombeamento	NE (m)	Variação (%)
Set/10	34,28	0,00
Jul/17	30,00	12,49
Fev/20	30,00	12,49
Fev/22	30,00	12,49
Mar/22	39,98	-16,63
Out/22	32,48	5,25
Jul/23	31,00	9,57
Ago/23	30,00	12,49
Set/23	30,00	12,49
Out/23	30,50	11,03
Nov/23	31,10	9,28
Dez/23	31,00	9,57
Jan/24	29,00	15,40
Fev/24	30,80	10,15
Mar/24	31,50	8,11
Abr/24	36,00	-5,02
Mai/24	31,05	9,42
Jun/24	31,00	9,57
Jul/24	41,06	-19,78
Ago/24	33,48	2,33
Set/24	31,75	7,38
Out/24	32,00	6,65
Nov/24	41,34	-20,60

Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025

Gráfico 31 – Variação do nível estático Poço DURH002101



Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.

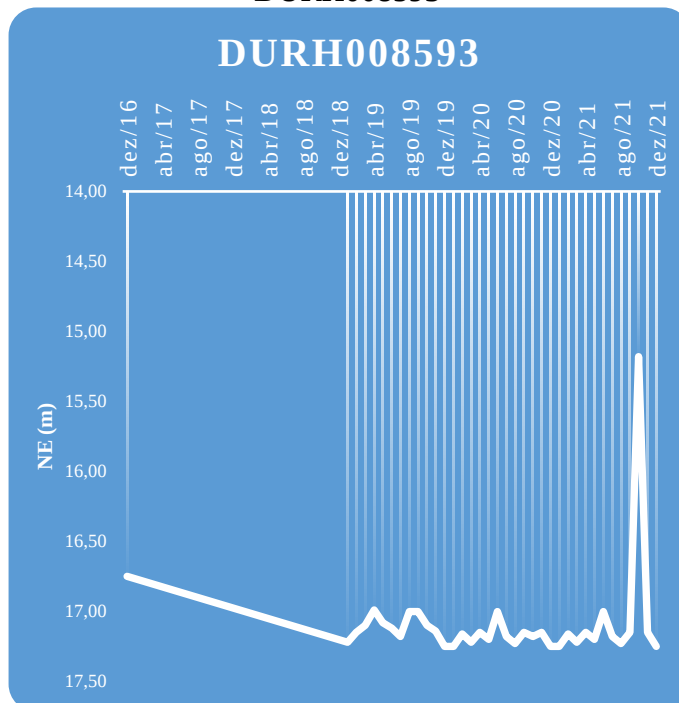


Tabela 35 – Dados de Monitoramento
do Poço DURH008593

Data do Teste de Bombeamento	NE (m)	Variação (%)
Dez/16	16,75	0,00
Jan/19	17,22	2,81
Fev/19	17,15	-2,39
Mar/19	17,10	-2,09
Abr/19	16,99	-1,43
Mai/19	17,08	-1,97
Jun/19	17,12	-2,21
Jul/19	17,18	-2,57
Ago/19	17,00	-1,49
Set/19	17,00	-1,49
Out/19	17,10	-2,09
Nov/19	17,14	-2,33
Dez/19	17,25	-2,99
Jan/20	17,25	-2,99
Fev/20	17,16	-2,45
Mar/20	17,22	-2,81
Abr/20	17,15	-2,39
Mai/20	17,20	-2,69
Jun/20	17,00	-1,49
Jul/20	17,18	-2,57
Ago/20	17,23	-2,87
Set/20	17,15	-2,39
Out/20	17,18	-2,57
Nov/20	17,15	-2,39
Dez/20	17,25	-2,99
Jan/21	17,25	-2,99
Fev/21	17,16	-2,45
Mar/21	17,22	-2,81
Abr/21	17,15	-2,39
Mai/21	17,20	-2,69
Jun/21	17,00	-1,49
Jul/21	17,18	-2,57
Ago/21	17,23	-2,87
Set/21	17,15	-2,39
Out/21	15,18	9,37
Nov/21	17,15	-2,39
Dez/21	17,25	-2,99

Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por
Autora, 2025

Gráfico 32 – Variação do nível estático do Poço
DURH008593



Fonte: IMASUL, 2025. Adaptado por Autora, 2025.



5.4 Discussões

A discussão a seguir aborda a influência da profundidade dos poços sobre as variações observadas no nível estático, buscando compreender como esse fator condiciona a resposta do aquífero frente às oscilações hidrológicas identificadas no período analisado. A integração dos dados de nível estático dos poços, dos registros meteorológicos da estação A704 e das informações de vazão do rio Sucuriú permite identificar distintos padrões de resposta do sistema aquífero em função das variações de precipitação e da dinâmica hidrológica regional.

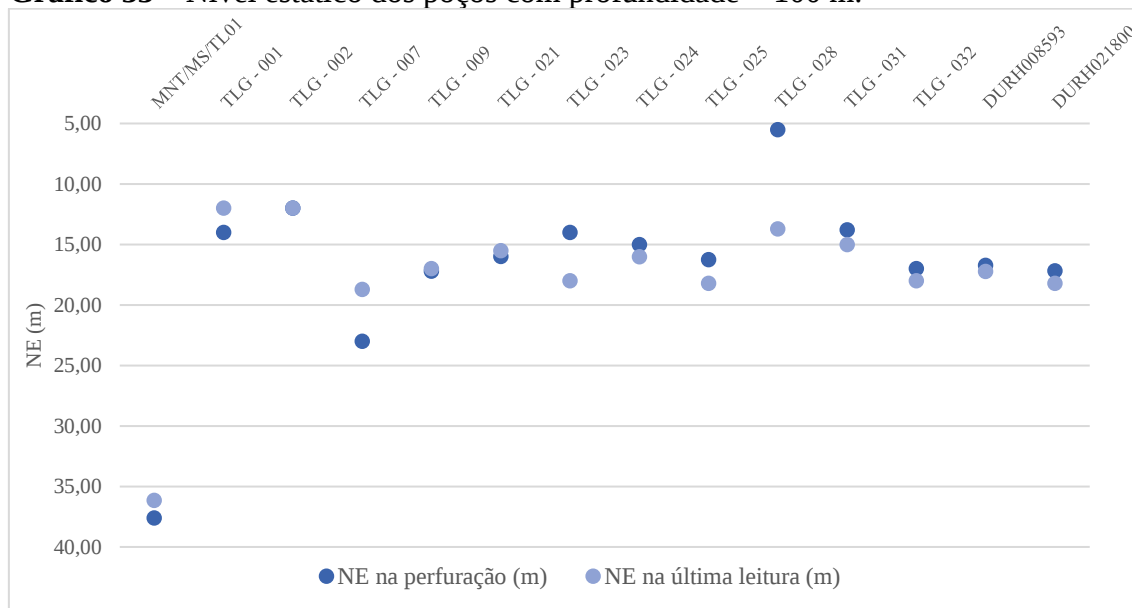
Entretanto, a interpretação dos resultados apresentou limitações significativas em decorrência da ausência de séries históricas contínuas de monitoramento, além da existência de apenas um poço pertencente à rede RIMAS no município, o que restringe a representatividade espacial e temporal das análises realizadas.

De modo geral, os poços mais rasos apresentam maior variabilidade nos níveis estáticos ao longo do tempo, respondendo de forma mais rápida às oscilações sazonais da precipitação, com elevação mais acentuada nos períodos chuvosos e rebaixamento mais intenso durante a estiagem. Em contrapartida, os poços mais profundos demonstraram comportamento relativamente mais estável, com menores amplitudes de variação e respostas mais suaves, em alguns casos apresentando defasagem temporal em relação aos eventos de precipitação.

Apesar dessas tendências teóricas e parcialmente observadas nos dados analisados, não foi possível estabelecer uma diferenciação clara e estatisticamente consistente entre o comportamento dos poços rasos e profundos. Dessa forma, embora existam indícios de respostas hidrodinâmicas distintas em função da profundidade, os resultados obtidos não permitem afirmar, de forma conclusiva, a existência de diferenças significativas entre os dois grupos, conforme evidenciado nos Gráficos 33, 34, 35 e 36.

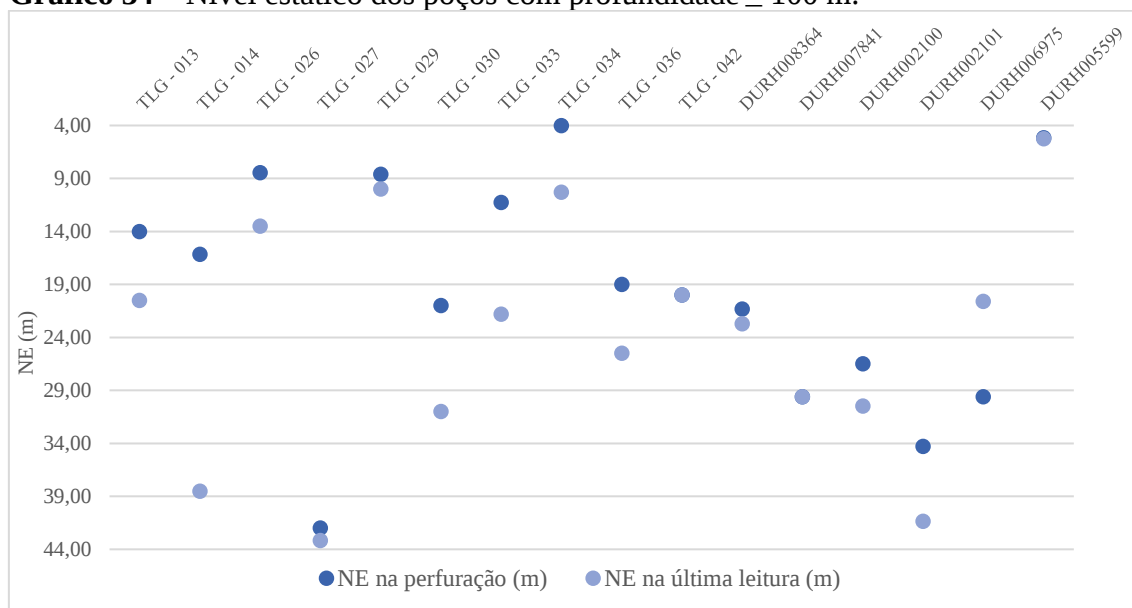


Gráfico 33 – Nível estático dos poços com profundidade < 100 m.



Fonte: Autora, 2025.

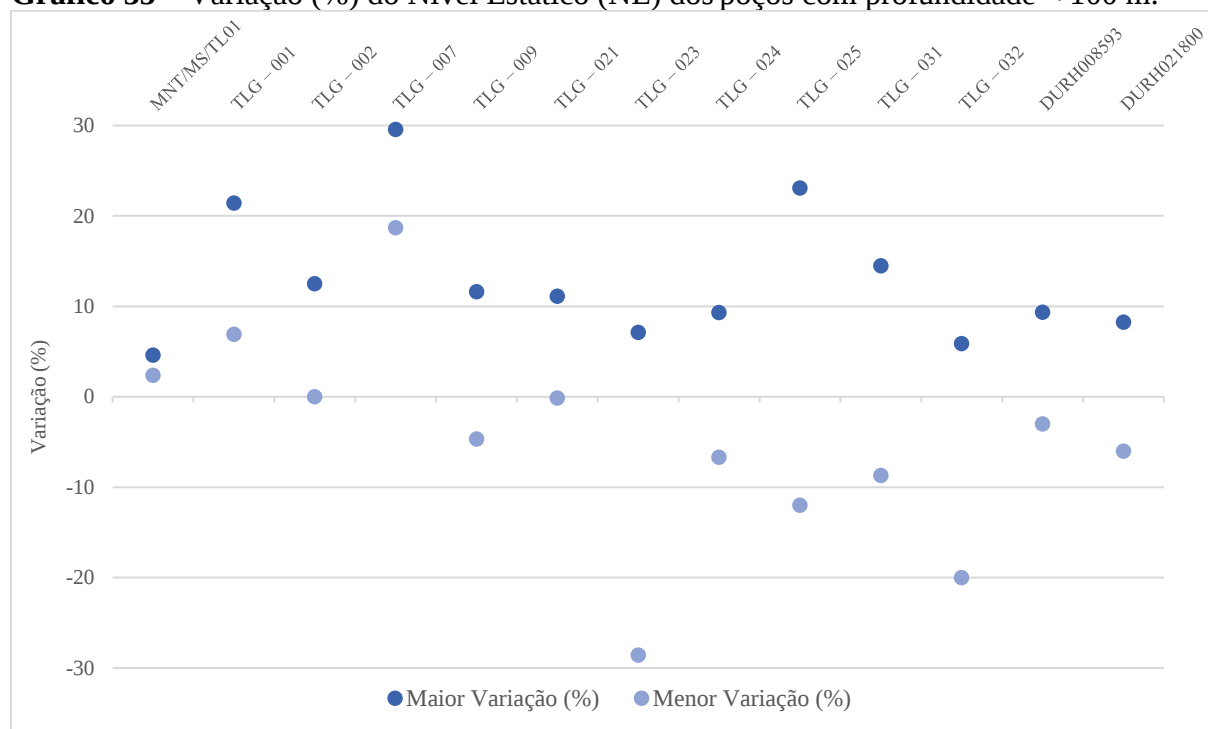
Gráfico 34 – Nível estático dos poços com profundidade ≥ 100 m.



Fonte: Autora, 2025.

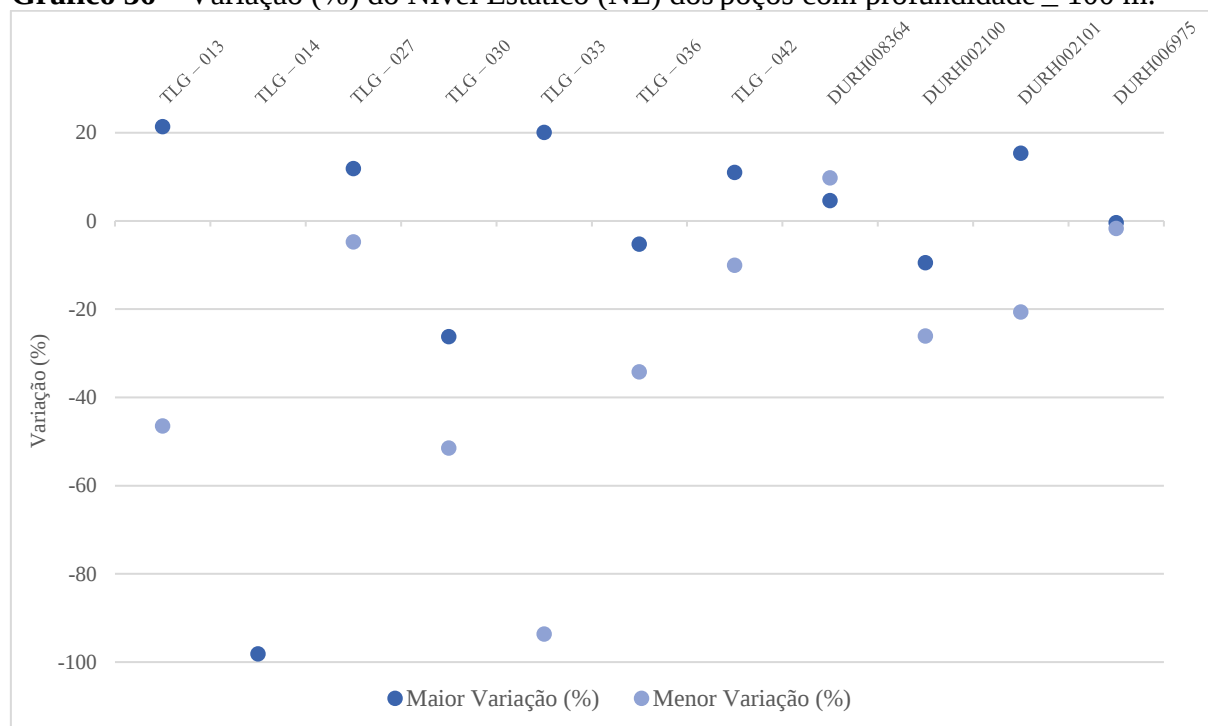


Gráfico 35 – Variação (%) do Nível Estático (NE) dos poços com profundidade < 100 m.



Fonte: Autora, 2026.

Gráfico 36 – Variação (%) do Nível Estático (NE) dos poços com profundidade ≥ 100 m.



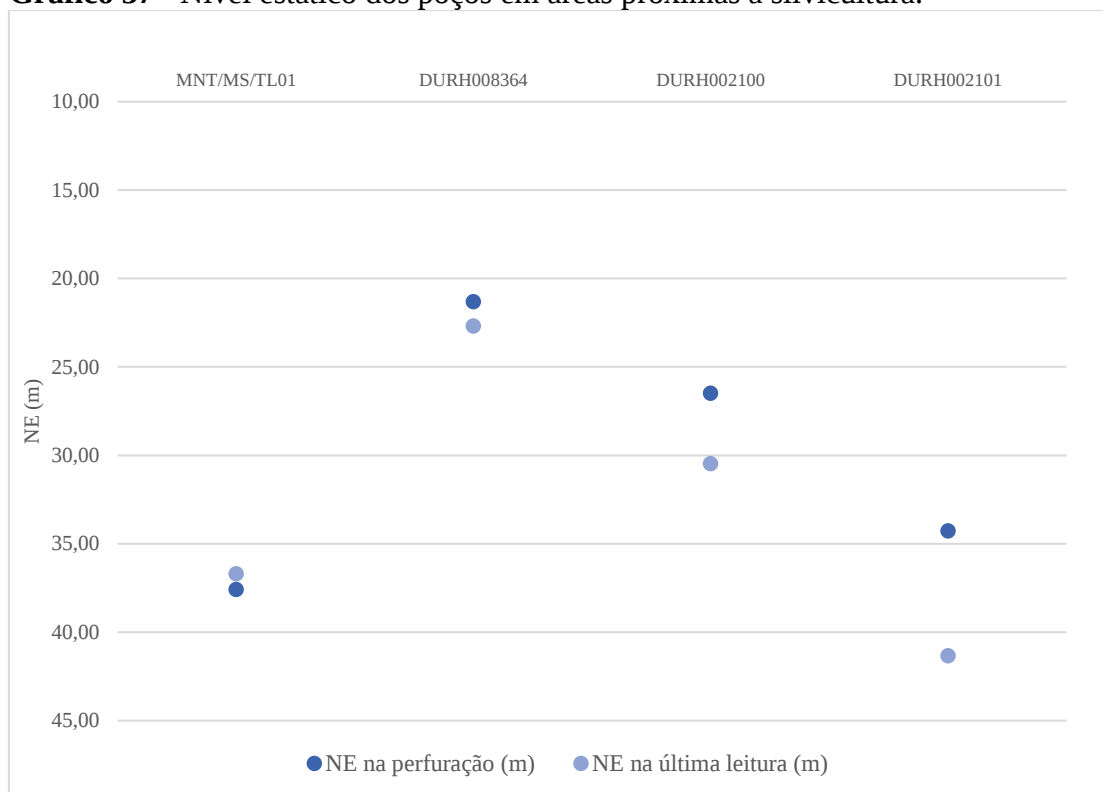
Fonte: Autora, 2026.



Os resultados também indicam que as oscilações observadas nos níveis freáticos apresentam possível relação com as variabilidades climáticas, especialmente associadas à sazonalidade da precipitação. Nos poços de abastecimento da Sanesul, observaram-se indícios de influência decorrente do bombeamento e da exploração da água subterrânea, evidenciados por tendências de rebaixamento em determinados períodos. Contudo, em razão da ausência de monitoramento contínuo e da limitação das séries históricas disponíveis, não foi possível confirmar de forma conclusiva a influência dessas atividades sobre o comportamento do aquífero.

Conforme apresentado na **Figura 6**, os poços MNT/MS/TL01, DURH008364, DURH002100 e DURH002101 encontram-se localizados em áreas próximas a plantios de silvicultura. O **Gráfico 37** apresenta a comparação entre os níveis estáticos (NE) registrados na data de perfuração dos poços e na última campanha de monitoramento disponível. Ressalta-se que as medições correspondem a períodos distintos e não representam uma série temporal contínua.

Gráfico 37 - Nível estático dos poços em áreas próximas à silvicultura.



Fonte: Autora, 2026.



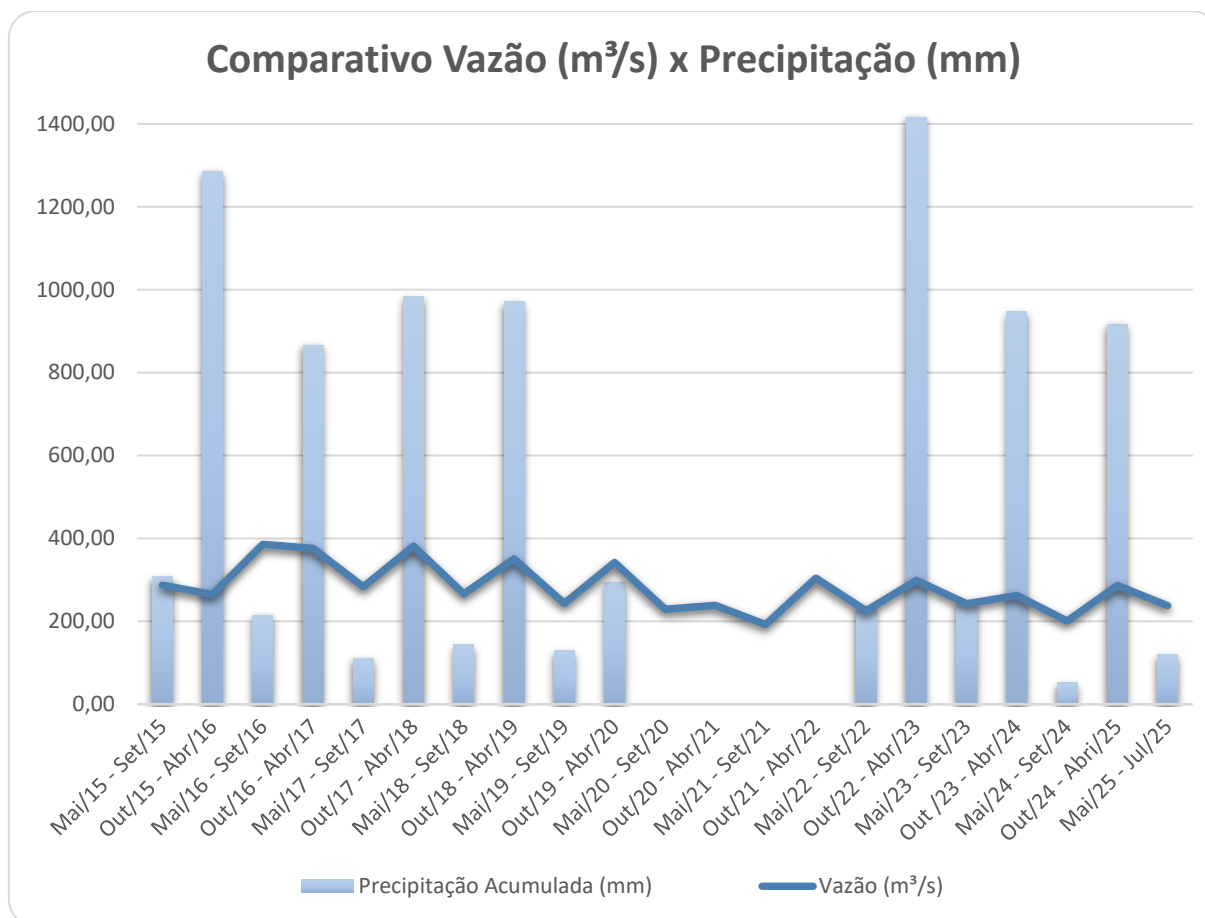
Observa-se que o poço MNT/MS/TL01 apresentou pequena variação no nível estático entre a data de perfuração, em maio de 2023 e a última campanha de monitoramento, em setembro de 2025, indicando relativa estabilidade ao longo período avaliado. Em contrapartida, os poços DURH008364, DURH002100 e DURH002101 apresentaram redução do nível estático, evidenciada pelo aumento da profundidade do NE entre a perfuração e a última leitura disponível. Para o poço DURH008364, a comparação compreende o período entre a perfuração, em janeiro de 2017 e a última leitura, em dezembro de 2018. Para o poço DURH002100, o período analisado corresponde à perfuração, realizada em outubro de 2010, e a última leitura, em dezembro de 2024. Já para o poço DURH002101, a comparação foi realizada entre a perfuração, em setembro de 2010, e a última leitura, em novembro de 2024.

Ressalta-se que a expansão da silvicultura em Três Lagoas/MS intensificou-se a partir de 2008, impulsionada pela instalação das indústrias de celulose e papel e pela crescente demanda por madeira de eucalipto. Assim, parte do período de monitoramento dos poços coincide com a consolidação dessa atividade no município.

Entretanto, embora esses poços estejam situados em áreas próximas à silvicultura, os resultados não permitem estabelecer uma relação de causa e efeito entre o cultivo de eucalipto e as variações observadas nos níveis estáticos. Isso se deve ao fato de que as análises não possuem uma série histórica contínua que possibilite avaliar a evolução temporal do nível freático. Além disso, fatores como a variabilidade das precipitações, as características hidrogeológicas locais, as condições de recarga do aquífero e possíveis captações de água subterrânea também podem influenciar o comportamento do nível estático. Dessa forma, a ausência de monitoramento contínuo limita uma avaliação mais robusta da influência do uso e ocupação do solo sobre a dinâmica hidrogeológica da área.

Complementarmente, a análise do **Gráfico 38** evidencia a forte sazonalidade do sistema hidrológico regional. Durante o período chuvoso, compreendido entre os meses de outubro e abril, verifica-se aumento expressivo da precipitação e, consequentemente, elevação da vazão do rio Sucuriú, indicando resposta direta do sistema hidrológico aos eventos pluviométricos. Em contrapartida, durante o período seco, entre maio e setembro, observa-se redução significativa da precipitação, acompanhada pela diminuição da vazão do rio. Ainda assim, a manutenção da vazão, mesmo em níveis reduzidos, sugere contribuição contínua do fluxo de base subterrâneo para a sustentação hídrica do sistema fluvial.

Gráfico 38 – Comparativo Vazão (m^3/s) x Precipitação (mm).



Fonte: CEMTEC e INMET (2007- 2025), Agência Nacional das Águas (2015 – 2025). Adaptado por Autora (2026).

Nesse contexto, a persistência da vazão durante os períodos de estiagem reforça a hipótese de que as variações observadas nos níveis estáticos dos poços estejam, ao menos parcialmente, relacionadas às condições climáticas e à dinâmica de recarga do aquífero. Entretanto, considerando as limitações metodológicas e a escassez de dados contínuos de monitoramento, essa relação não pode ser estabelecida de forma definitiva.

Assim, embora os resultados indiquem tendência de controle climático sobre a dinâmica do nível estático, evidenciada pela coerência entre precipitação, vazão e comportamento dos poços monitorados, a confirmação dessa hipótese requer séries históricas mais extensas, contínuas e espacialmente representativas. Além disso, destaca-se a necessidade de ampliação da rede de monitoramento hidrogeológico, com implantação de piezômetros em



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



áreas de silvicultura e monitoramento sistemático dos níveis freáticos, de modo a permitir a distinção entre os efeitos naturais e antrópicos sobre a dinâmica dos aquíferos na região.



6 CONCLUSÃO

Conclui-se que a avaliação do rebaixamento do aquífero no município de Três Lagoas/MS apresentou limitações importantes relacionadas à disponibilidade e à continuidade dos dados de monitoramento. A ausência de séries históricas contínuas em parte dos poços mais antigos, bem como a existência de apenas um poço de monitoramento pertencente à rede RIMAS no município, restringiram a abrangência das análises e dificultaram conclusões mais consistentes sobre os fatores responsáveis pelas variações observadas nos níveis freáticos.

Apesar dessas limitações, os resultados obtidos indicam que as oscilações registradas nos níveis estáticos dos poços apresentam relação com as variações climáticas e pluviométricas observadas ao longo do período analisado, especialmente em função dos períodos de estiagem e redução das precipitações. Nos poços de abastecimento da Sanesul, verificaram-se indícios de interferência associada ao bombeamento e à exploração da água subterrânea, evidenciados por tendências de rebaixamento em determinados períodos. Entretanto, devido à ausência de monitoramento contínuo e de séries temporais mais completas, não foi possível afirmar de forma conclusiva a influência direta da exploração sobre o comportamento do aquífero.

Da mesma forma, não foi possível estabelecer uma relação conclusiva entre as áreas de cultivo de eucalipto e as variações observadas nos níveis estáticos dos poços analisados. Embora alguns poços localizados próximos às áreas de silvicultura tenham apresentado redução do nível estático entre a perfuração e a última leitura, os resultados são insuficientes para atribuir esse comportamento exclusivamente à atividade florestal. Essa limitação decorre da ausência de uma série histórica contínua de monitoramento, da pequena quantidade de poços inseridos em áreas representativas de silvicultura e da influência de outros fatores hidrológicos e hidrogeológicos.

Nesse contexto, recomenda-se a ampliação da rede de monitoramento hidrogeológico do município, com a implantação de novos piezômetros estrategicamente distribuídos em áreas de cultivo de eucalipto e em áreas com diferentes usos e coberturas do solo, possibilitando análises comparativas mais representativas. Além disso, é fundamental que o monitoramento dos níveis estáticos seja realizado de forma contínua e em intervalos regulares, associado ao acompanhamento de variáveis climáticas, especialmente precipitação, evapotranspiração e temperatura, visando subsidiar futuras pesquisas e fortalecer a gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos subterrâneos da região.



7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH): Cobertura Vegetal Nativa do Brasil shp.2004. Disponível em <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/d6f207dc-4298-4ff2-9c1e-1cb9f343cd9e>>. Acesso em: 04 ago. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH): Pedologia shp.2017. Disponível em <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ffeb6007-b741-4099-9889-5d50b3cd4168>>. Acesso em: 04 ago. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH): Sistema Hidro-Telemetria. Disponível em: <<https://www.snirh.gov.br/hidrotelemetria/Mapa.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2026.

ANTUNES, J. Redução de recursos hídricos subterrâneos afeta ecossistema terrestre, 2022. Disponível em <<https://florestas.pt/conhecer/reducao-de-recursos-hidricos-subterraneos-afeta-ecossistemas-terrestres>>. Acesso em 14 set. 2025.

ARTAXO, P. Precisamos de ações em todos os níveis contra as mudanças climáticas. Folha de São Paulo, São Paulo: Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2023. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2023/03/precisamos-de-acoes-em-todos-os-niveis-contra-as-mudancas-climaticas-diz-paulo-artaxo.shtml?utm_source=sharenativo&utm_medium=social&utm_campaign=sharenativo>. Acesso em: 15 set. 2025.

BALLARIN, A. S. *et al.* Brazilian Water Security Threatened by Climate Change and Human Behavior. *Water Resources Research*, v.59, e2023WR034914, 2023.

BATEZELLI, A. Arcabouço tectono-estratigráfico e evolução das Bacias Caiuá e Bauru no sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Geociências*, v.30, n.2, p.265-285, 2010.

BELACHEW, K. G. e MINALE, W.K., Socioeconomic and Environmental Impacts of Eucalyptus Plantations in Ethiopia: An Evaluation of Benefits, Challenges, and Sustainable Practices. *The Scientific World Journal*, Volume 2025.

BAYLE G. Impactos ecológicos e sociais da plantação de eucaliptos no meio ambiente, *Journal of Biodiversity Conservation and Bioresource Management*. 2019, V.5, n. 1, p. 93 – 104.

BRITES, C. M., VERMEULEN, D., 2013.. The environmental impacts of the groundwater on the St. Lucia wetland. 2013. In: *Proceedings of the 13th biannual groundwater division conference, groundwater: a new paradigm*, september 17 – 19, Durban, South Africa.



CAMPOS, H. C. N. S. Águas subterrâneas na Bacia do Paraná. *Geosul*, v. 19, n. 37, p. 47–65, 2004.

CARRERA-HERNÁNDEZ, J. J.; SMERDON, B. D.; MENDOZA, C. A. Estimating groundwater recharge through unsaturated flow modelling: Sensitivity to boundary conditions and vertical discretization. *Journal of Hydrology*, v. 452–453, p. 90–101, maio 2012.

CASEMIRO, P. Sem chuva, oito estados do Norte e do Nordeste batem recorde de seca dos últimos 40 anos, diz Cemaden. *G1*, 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2023/10/04/sem-chuva-oito-estados-do-norte-e-nordeste-batem-recorde-de-seca-dos-ultimos-40-anos-diz-cemaden.ghtml>>. Acesso em: 16 out. 2025.

CASTANHA, I. *et al.* Influência do monocultivo de *Pinus* sp. na qualidade da água subterrânea superficial da Ilha dos Marinheiros (Rio Grande, RS). *Águas Subterrâneas*, v. 35, n. 2, 2021.

CENTRO DE MONITORAMENTO DO TEMPO E DO CLIMA (CEMTEC). Banco de dados meteorológicos de Mato Grosso do Sul. Campo Grande: CEMTEC; Brasília: INMET, 2007–2025. Disponível em: <<https://www.cemtec.ms.gov.br/bancodedados/2025-2>>. Acesso em: 04 abr. 2025.

CHAVES, H. M. L. *et al.* Impactos da variabilidade e das mudanças climáticas sobre a recarga da água subterrânea em bacias com dados escassos. *Águas Subterrâneas*, 2010.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Execução de testes de bombeamento em poços tubulares. 1998. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/16635/1/Testes_Bombeamento_Pocos_Tubulares.pdf>. Acesso em: 16 set. 2025.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Sistema Aquífero Bauru-Caiuá nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. 2012. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/22253/1/aquifero_bauru_caiua_sp_pr_ms.pdf>. Acesso em: 16 set. 2025.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Mapa Geológico de Mato Grosso do Sul, escala 1:1.000.000. Brasília: CPRM, 2006.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Informações Geológicas e Geomorfológicas do Brasil. 2008. Disponível em: <<http://geosgb.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 04 abr. 2025.

COSTA, A. C. *et al.* Drivers of atmospheric CO₂ concentration in southeast Brazil: Insights from land use change, vegetation, and climate factors. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2025. V. 38, 2025, ISSN 2352 – 9385. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.rsase.2025.10161>>. Acesso em 30 set. 2025

DÖLL, P.; FIEDLER, K. Global-scale modeling of groundwater recharge. *Hydrology and Earth System Sciences*, v. 12, p. 863–885, 2008.



EBRAHEEM, A. M. *et al.* A local-scale groundwater flow model for groundwater resources management in Dakhla Oasis, SW Egypt. *Hydrogeology Journal*, v. 12, n. 6, p. 714–722, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Cerrado, 2022. Disponível em: <<https://www.webambiente.cnptia.embrapa.br/webambiente/wiki/doku.php?id=webambiente%3Acerrado/>>. Acesso em: 15 de jul. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Infiltração, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto/fundamentos/beneficios/ao-solo/fisica-do-solo/infiltracao/>>. Acesso em: 21 de out. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Eucalipto. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/florestas/eucalipto/>>. Acesso em: 16 set. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Silvicultura. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/florestal/silvicultura/>>. Acesso em: 16 set. 2025.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Terraceamento. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo/arroz-de-terras-altas/terraceamento/>>. Acesso em: 21 out. 2025.

FARIAS, G. B. de L.; SCHEIBE, L. F. Mudanças climáticas e águas subterrâneas: efeitos e considerações sobre o estado de Santa Catarina, Brasil. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, v. 15, n. 2, p. 54–74, 2024.

FELIX, P. O trágico dilúvio no Rio Grande do Sul – e um processo de reconstrução sem precedentes. *Veja*, 2024. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/brasil/tragico-diluvio-os-brasileiros-acompanharam-atonitos-a-devastacao-do-rio-grande-do-sul/>>. Acesso em: 16 set. 2025.

FETTER, C. W. *Applied Hydrogeology*. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.

FILHO, A. *et al.* Hidrogeologia: conceitos. 2008. Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/jspui/handle/doc/14818>>. Acesso em: 16 set. 2025.

FLORENCIO, L. A. *et al.* Climate change on Eucalyptus plantations and adaptive measures for sustainable forestry development across Brazil. *Agricultural and Forest Meteorology*, 2022. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669022010214>>. Acesso em: 16 set. 2025.

GABAS, S. G. *et al.* A importância das águas subterrâneas para o estado de Mato Grosso do Sul. Atena Editora, 2021. Disponível em: <<https://atenaeditora.com.br/catalogo/post/a->



importancia-das-aguas-subterraneas-para-o-estado-de-mato-grosso-do-sul-brasil>. Acesso em: 16 set. 2025.

GARG, K. K. *et al.* Impact of land use changes and management practices on groundwater resources in Kolar district, Southern India. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v. 29, 2020. Disponível em: <<https://www.periodicos.capes.gov.br/index.php/acervo/buscador.html?task=detalhes&source=all&id=W3088513244>>. Acesso em: 16 set. 2025.

GIAMPÁ, C. E. Q.. Águas subterrâneas e poços tubulares profundos. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 1 recurso online. ISBN 9788579752599.

GUPTA, A.; BABEL, M. S. Challenges for sustainable management of groundwater use in Bangkok, Thailand. *Water Resources Development*, v. 21, n. 3, p. 453–464, 2005.

HIRATA, R. *et al.* Climate change impacts on groundwater: a growing challenge for water resources sustainability in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 197, p. 784, 2025. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10661-025-14235-8>>. Acesso em: 16 set. 2025.

HIRATA, R. *et al.* A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento, 2019. [São Paulo]: Instituto Trata Brasil. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/e7d9e125-7b22-4706-915b-a397f8a91784/2928658.pdf>. Acesso em: 30 out. 2025

IBÁ. Indústria Brasileira de Árvores. Relatório Anual 2022 IBÁ. São Paulo. 2022. Disponível em: <https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: 16 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Extração vegetal e silvicultura. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/16/12705>>. Acesso em: 16 set. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades: Três Lagoas – MS. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/tres-lagoas/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 04 abr. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades: Três Lagoas – MS. 2022. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/tres-lagoas>>. Acesso em: 04 abr. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Global Warming of 1.5°C. 2018. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/sr15/>>. Acesso em: 16 set. 2025.

JAYAL, N. D. Destruction of water resources – The most critical ecological crisis of East Asia. *Ambio*, v. 14, n. 2, p. 95–98, 1985.



KAZAPOE, N. *et al.* Fluid boundaries: A cross-country exploration of groundwater quality amid threats from climate change. *npj Clean Water*, 2024. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667010024001197>>. Acesso em: 16 set. 2025.

LOURENCETTI, C. *et al.* Decreased level potentiometric Bauru aquifer: causes and quantification. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 11, 2020. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/rsd/article/view/9303/8335>>. Acesso em: 16 set. 2025.

MAPBIOMAS. Coleções MapBiomias. 2023. Disponível em: <<https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas>>. Acesso em: 04 abr. 2025.

MATTOS, T. *et al.* Groundwater recharge decrease replacing pasture by eucalyptus plantation. *Science of the Total Environment*, 2019.

MENEGASSE, L. N. Impacto ambiental do eucalipto na recarga de águas subterrâneas em área de cerrado, no médio vale do Jequitinhonha, Minas Gerais. *Águas Subterrâneas*, 2002. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22677/14879>>. Acesso em: 16 set. 2025.

NEGREIROS, D.; SOLDERA, A. Água: desafios climáticos, impactos e a emergência como recurso estratégico. *Holos*, v. 40, n. 1, 2024. Disponível em: <<https://holos.emnuvens.com.br/holos/article/view/12501/8362>>. Acesso em: 16 set. 2025.

NIRANJAN, A. Temperature records broken as extreme heat grips parts of Europe. *The Guardian*, 13 ago. 2025. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/environment/2025/aug/13/temperature-records-heatwave-europe-france-croatia-wildfires>>. Acesso em: 16 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Climate Change. 2023. Disponível em: <<https://www.un.org/en/global-issues/climate-change>>. Acesso em: 16 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). O que são as mudanças climáticas? 2021. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>>. Acesso em: 16 set. 2025.

PAES, C. O. Influência do uso e manejo na compactação do solo como indicadores da recarga das águas subterrâneas em uma bacia hidrográfica em área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG). 2012. Monografia (Graduação) – Universidade Estadual Paulista, 2012.

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MATO GROSSO DO SUL (PERH). 2010. Disponível em: <<https://www.servicos.ms.gov.br/imasuldownloads/PERH-MS.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2025.

REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (RIMAS). Sistema de Informações Hidrogeológicas. 2023. Disponível em:



<https://rimasweb.sgb.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php?rimas=true>. Acesso em: 12 jul. 2025.

REYNOLDS, E. R. C.; WOOD, P. J. Natural versus man-made forests as buffer against environment deterioration. *Forest Ecology and Management*, v. 1, p. 83–96, 1977.

SALGADO, A. A. R. Impactos da silvicultura de eucalipto no aumento das taxas de turbidez das águas fluviais: o caso de mananciais de abastecimento público de Caeté/MS. *Geografias*, 2006. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/geografias/article/view/13194/10428>>. Acesso em: 16 set. 2025.

SHAH, S. Millions along U.S. West Coast under heat wave alerts. Here's what to know. *Time*, 2025. Disponível em: <<https://time.com/7312066/west-coast-heat-wave-what-to-know>>. Acesso em: 16 set. 2025.

SILVA, P.; LOUREIRO, C. de O. Pequenas variações piezométricas nas águas subterrâneas. *Águas Subterrâneas*, 2006.

SITGER, B. *et al.* Groundwater and climate change: threats and opportunities. *Hydrogeology Journal*, v. 31, p. 7–10, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10040-022-02554-w>>. Acesso em: 16 set. 2025.

TESFAYE M.A. *et al.*, Biomassa acima do solo, crescimento e rendimento para algumas espécies de árvores introduzidas selecionadas, nomeadamente *Cupressus Lusitanica*, *Eucalyptus Saligna* e *Pinus Patula* nas Terras Altas Centrais da Etiópia, *Journal of Ecology and Environment*, 2020, V.44, p.1-18.

TUSWA, N., *et al.* The impacts of commercial plantation forests on groundwater recharge: A case study from George (Western Cape, South Africa), 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474706518301013>>. Acesso em: 17 de out. 2025.

Vasconcelos, VV. O que mantém as águas fluindo em nossos rios? *Appl Water Sci* 7, 1579–1593 (2017). <https://doi.org/10.1007/s13201-015-0373-0>

UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE (UNFCCC) Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change. 1997. Disponível em: <<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/cop3/107a01.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2025.

UNESCO. Relatório mundial de desenvolvimento da água das Nações Unidas 2022: águas subterrâneas – tornando visível o invisível. 2022. Disponível em: <<https://www.unesco.org/reports/wwdr/2022/en/download>>. Acesso em: 16 set. 2025.

VITAL, M. H. F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-276, dez. 2007



Serviço Público Federal
Ministério da Educação

Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



WOOD, W. W.; CHERRY, J. A. Food security and inaccurate quantification of groundwater irrigation use. *Groundwater*, v. 59, n. 6, p. 782–783, jul. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gwat.13122>. Acesso em: 16 set. 2025.

ZHANG, J., LIESCHE, T., GOLDSCHIEDER, N. Impacts of climate change and human activities on global groundwater storage from 2003 to 2022. *V.664, P.A*, jan. 2026

ZONTA, R. L.; GARDIN, J. L. *Silvicultura: princípios e aplicações*. São Paulo: Editora XYZ, 2014.



8 ANEXOS

8.1 ANEXOS 1 – Dados INMET e CEMTEC

Quadro 4 – Precipitação Acumulada (mm) na estação A704 – Três Lagoas.

Data	Precipitação Acumulada (mm)	Temperatura Máxima (°C)	Média das Temperaturas Máximas (°C)
Out/07	**	**	**
Nov/07	**	**	**
Dez/07	**	**	**
Jan/08	163,40	36,00	31,51
Fev/08	30,20	34,60	32,00
Mar/08	95,00	33,60	31,05
Abr/08	157,60	35,20	30,94
Mai/08	50,80	31,90	26,86
Jun/08	11,00	30,10	28,09
Jul/08	**	**	**
Ago/08	**	**	**
Set/08	**	**	**
Out/08	78,00	40,00	33,47
Nov/08	103,00	36,60	33,15
Dez/08	60,20	37,40	33,45
Jan/09	338,80	36,70	31,62
Fev/09	126,60	36,10	32,50
Mar/09	211,00	37,30	33,25
Abr/09	25,40	34,90	32,79
Mai/09	65,40	34,10	30,32
Jun/09	80,60	32,00	26,22
Jul/09	61,40	33,70	27,93
Ago/09	**	**	**
Set/09	**	**	**
Out/09	**	**	**
Nov/09	**	**	**
Dez/09	**	**	**
Jan/10	**	**	**
Fev/10	**	**	**
Mar/10	**	**	**
Abr/10	37,00	35,80	29,97



Mai/10	10,00	34,00	27,99
Jun/10	5,60	34,00	28,80
Jul/10	1,60	34,90	29,78
Ago/10	0,00	38,20	32,16
Set/10	0,00	39,40	34,74
Out/10	97,40	37,80	32,17
Nov/10	82,40	37,40	32,41
Dez/10	107,00	37,80	32,63
Jan/11	328,60	35,40	32,70
Fev/11	84,00	35,10	32,43
Mar/11	422,40	34,40	30,50
Abr/11	**	**	**
Mai/11	**	**	**
Jun/11	**	**	**
Jul/11	**	**	**
Ago/11	**	**	**
Set/11	7,20	39,80	34,31
Out/11	191,60	37,90	32,13
Nov/11	245,20	36,90	32,22
Dez/11	152,00	37,00	34,19
Jan/12	210,00	36,70	32,09
Fev/12	118,00	38,40	34,37
Mar/12	50,00	35,90	33,26
Abr/12	47,20	35,60	31,83
Mai/12	81,20	32,10	28,03
Jun/12	160,40	32,20	27,21
Jul/12	6,60	34,50	27,59
Ago/12	0,00	33,60	31,91
Set/12	102,40	39,50	34,41
Out/12	28,20	41,10	35,51
Nov/12	155,00	37,80	34,40
Dez/12	219,40	39,40	34,76
Jan/13	175,60	35,20	32,74
Fev/13	230,40	35,60	32,30
Mar/13	165,40	37,50	33,02
Abr/13	94,40	33,90	30,42
Mai/13	16,40	34,20	30,92
Jun/13	86,80	32,50	29,15
Jul/13	12,20	33,40	28,16
Ago/13	0,60	37,30	30,91



Set/13	37,80	38,40	32,88
Out/13	94,80	36,70	32,53
Nov/13	107,60	39,30	33,90
Dez/13	242,80	39,00	34,26
Jan/14	75,00	37,30	34,35
Fev/14	61,00	40,50	34,88
Mar/14	263,80	35,40	35,40
Abr/14	20,60	35,50	32,31
Mai/14	46,60	33,70	29,52
Jun/14	3,60	38,80	29,86
Jul/14	88,00	34,00	28,22
Ago/14	0,00	38,60	32,91
Set/14	58,60	38,40	33,66
Out/14	81,20	42,50	35,86
Nov/14	148,40	36,50	32,49
Dez/14	96,80	37,40	33,31
Jan/15	134,40	41,10	36,36
Fev/15	190,20	19,70	33,26
Mar/15	130,00	34,80	32,36
Abr/15	28,20	34,80	32,46
Mai/15	102,80	33,30	29,07
Jun/15	23,60	32,10	28,98
Jul/15	62,00	34,10	28,62
Ago/15	105,80	38,30	33,52
Set/15	13,60	39,40	33,91
Out/15	170,80	40,10	34,46
Nov/15	297,20	39,30	33,60
Dez/15	193,80	37,90	33,28
Jan/16	270,00	37,60	33,37
Fev/16	140,00	38,10	34,35
Mar/16	133,00	37,60	33,70
Abr/16	81,20	38,30	38,30
Mai/16	164,40	33,30	28,50
Jun/16	43,80	32,60	27,11
Jul/16	4,80	34,60	30,33
Ago/16	2,20	37,10	32,43
Set/16	**	**	**
Out/16	**	**	**
Nov/16	56,60	38,00	33,16
Dez/16	77,40	37,80	34,19



Jan/17	289,80	37,90	32,20
Fev/17	171,40	36,70	34,57
Mar/17	131,20	36,40	33,51
Abr/17	139,80	34,50	31,46
Mai/17	96,80	33,80	30,43
Jun/17	14,20	34,10	28,84
Jul/17	**	**	**
Ago/17	**	**	**
Set/17	**	**	**
Out/17	104,20	40,10	33,62
Nov/17	246,80	37,80	33,24
Dez/17	194,60	36,60	33,61
Jan/18	312,20	37,80	33,20
Fev/18	81,00	37,00	33,33
Mar/18	41,00	38,60	35,64
Abr/18	3,80	36,60	34,07
Mai/18	3,80	37,80	31,56
Jun/18	2,40	34,50	30,03
Jul/18	0,00	34,90	31,56
Ago/18	30,00	37,50	29,56
Set/18	107,20	40,30	32,60
Out/18	122,20	37,30	33,54
Nov/18	206,00	36,90	32,23
Dez/18	85,00	39,40	35,08
Jan/19	151,80	40,60	35,83
Fev/19	206,00	40,20	34,66
Mar/19	108,00	36,60	33,97
Abr/19	91,60	35,70	33,15
Mai/19	26,00	34,80	30,91
Jun/19	31,00	33,50	30,57
Jul/19	39,60	33,80	26,23
Ago/19	**	**	**
Set/19	32,20	40,70	35,58
Out/19	51,60	41,30	36,76
Nov/19	95,00	39,90	36,12
Dez/19	148,00	36,20	32,28
Jan/20	**	**	**
Fev/20	**	**	**
Mar/20	**	**	**
Abr/20	**	**	**



Mai/20	**	**	**
Jun/20	**	**	**
Jul/20	**	**	**
Ago/20	**	**	**
Set/20	**	**	**
Out/20	**	**	**
Nov/20	**	**	**
Dez/20	**	**	**
Jan/21	**	**	**
Fev/21	**	**	**
Mar/21	**	**	**
Abr/21	**	**	**
Mai/21	**	**	**
Jun/21	**	**	**
Jul/21	**	**	**
Ago/21	**	**	**
Set/21	**	**	**
Out/21	**	**	**
Nov/21	**	**	**
Dez/21	**	**	**
Jan/22	**	**	**
Fev/22	**	**	**
Mar/22	**	**	**
Abr/22	**	**	**
Mai/22	**	**	**
Jun/22	**	**	**
Jul/22	**	**	**
Ago/22	76,20	37,20	30,38
Set/22	156,80	40,10	30,90
Out/22	200,40	36,40	32,59
Nov/22	62,60	37,60	33,08
Dez/22	204,60	36,30	33,12
Jan/23	192,00	36,80	32,60
Fev/23	420,40	35,60	32,47
Mar/23	249,00	36,90	33,37
Abr/23	86,80	36,30	32,19
Mai/23	48,80	34,80	30,89
Jun/23	125,20	33,00	28,00
Jul/23	3,40	34,50	30,83
Ago/23	53,20	38,70	32,74



Set/23	15,80	42,1	36,38
Out/23	143,80	40,9	35,91
Nov/23	117,00	42,5	36,51
Dez/23	161,40	41,9	36,98
Jan/24	114,60	39,9	34,89
Fev/24	158,20	40	35,57
Mar/24	97,60	39,7	35,3
Abr/24	154,60	37,6	33,24
Mai/24	1,80	36,1	31,32
Jun/24	0,00	34,7	32,61
Jul/24	7,80	35,6	30,12
Ago/24	34,20	38,4	31,99
Set/24	7,60	42,7	36,85
Out/24	89,40	42	35,18
Nov/24	138,20	37,8	33,74
Dez/24	368,40	36,4	33,01
Jan/25	63,80	38,3	35,12
Fev/25	77,20	39,5	33,61
Mar/25	4,60	38,6	35,65
Abr/25	175,60	35,7	31,2
Mai/25	27,60	34,3	30,13
Jun/25	87,40	32,2	27,99
Jul/25	4,00	36,7	27,89
Ago/25	5,80	37,5	30,62
Set/25	13,20	39,6	35,54

Fonte: CEMTEC e INMET, 2007 – 2025. Adaptado por Autora, 2025.

NOTAS: ** Sem Dados.