

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE JARDIM
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA**

TEREZA ECHEVERRIA FERNANDES MOREIRA

**O CULTIVO DE *EUCALYPTUS* (*Eucalyptus citriodora*) E OS
IMPACTOS AOS RECURSOS HIDRÍCOS SUBTERRÂNEOS:
ESTUDOS DE CASO EM JARDIM – MS**

**JARDIM - MS
2012**

TEREZA ECHEVERRIA FERNANDES MOREIRA

**O CULTIVO DE EUCALIPTO (*Eucalyptus citriodora*) E OS
IMPACTOS AOS RECURSOS HIDRÍCOS SUBTERRÂNEOS:
ESTUDOS DE CASO EM JARDIM – MS**

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do curso de Geografia da Universidade
Estadual de Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária
de Jardim - MS como pré-requisito para obtenção do
grau de Licenciatura em Geografia.**

Orientador: Professor Dr. Sidney Kuerten

**JARDIM - MS
2012**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe, mulher que apesar do pouco grau de escolaridade sempre me motivou a continuar estudando, ao meu esposo que em muitas vezes me incentivava a continuar mesmo quando eu achava que já não tinha forças, as minhas filhas Maethany e Sarah.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, meu Senhor e Criador, e a Seu filho Jesus Cristo, meu salvador, por ter me concedido a oportunidade de ingressar na universidade e pela força durante os quatro anos de formação.

Agradeço a todos que mesmo não sendo citados, contribuíram de forma efetiva ao longo desses quatro anos de formação e na elaboração deste trabalho, as minhas filhas e esposo que souberam me compreender nos momentos em que era necessário uma dedicação maior aos estudos.

A todos os meus colegas de classe, o meu agradecimento pelo crescimento proporcionado em discussões e trocas de idéias, em especial a Mariane Nagel, Katia Maciel parceiras na execução de trabalhos em grupo no período dos quatro anos de formação; ao amigo Pedro Antonio Garcete parceiro na execução dos projetos de estágios do 3º e 4º ano.

A todos os professores do Curso de Geografia que contribuíram no decorrer dos quatro anos na minha formação acadêmica, em especial o meu orientador professor Dr. Sidney Kuerten, que compartilhou parte da sua sabedoria me incentivando a adquirir novos conhecimentos. Sua contribuição foi de grande importância para elaboração deste trabalho.

Ao Sr. João Dias da Silva pela contribuição, fornecendo sua propriedade como objeto de pesquisa para este estudo.

Agradeço também a Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - UEMS pela oportunidade de participação no curso de Geografia e pelo incentivo aos seus profissionais.

EPÍGRAFE

“Os sonhos trazem saúde para a emoção, equipam o frágil para ser autor da sua história, renovam as forças do ansioso, animam os deprimidos, transformam os inseguros em seres humanos de raro valor. Os sonhos fazem os tímidos terem golpes de ousadia e os derrotados serem construtores de oportunidades”.

(AUGUSTO CURY, 2004)

RESUMO

Este estudo teve por objetivo principal apresentar a análise do monitoramento de variação do nível de água de um poço comum e sua relação com o uso e ocupação da superfície local. A área estudada está localizada na chácara Água na Boca, situada na BR 060, Km 593, município de Jardim – MS, a qual possui 17 ha cultivados com eucalipto (*Eucalyptus citriodora*), iniciado em 2008. Para análise dos possíveis impactos decorrentes da plantação local sobre a água subsuperficial foi realizada revisão bibliográfica sobre o tema e foram coletados dados em campo da variação do nível de água do poço comum e precipitação local, por um período de sete meses. Concomitantemente os dados coletados foram tabulados e analisados com o objetivo de comparar a variação do nível de água com os períodos de chuvas e estiagem. Este estudo foi motivado pelas opiniões controversas manifestadas em relação aos impactos ambientais causados pelas plantações de eucaliptos sobre os recursos hídricos subterrâneos, bem como pela intenção de corroborar, refutar ou verificar os fatores responsáveis pelas variações observadas. Este estudo contribuirá para o avanço no conhecimento dos impactos ambientais acerca do cultivo de eucalipto no município de Jardim - MS e conhecimento da geografia física no tocante as alterações no regime de águas subterrâneas frente ao uso e ocupação da superfície local.

PALAVRAS-CHAVE: Eucalipto. Água Subterrânea. Poço Comum. Superexploração.

ABSTRACT

The main objective of this study is to present the analysis of monitoring changes in the level of water from a well and its relation to the use and occupation of the local surface. The study area is located in the small farm "Water in Boca", located on the BR 060, Km 593, municipality of Jardim - MS, which has 17 hectares planted with eucalyptus (*Eucalyptus citriodora*), started in 2008. To analyze the potential impacts of plantation site on the underground water was a literature review on the topic. Data on the variation of water level in the pit common local precipitation were collected for a period of seven months. Concomitantly, the data were tabulated and analyzed in order to compare the variation of water level with periods of rain and drought. This study was motivated by the controversial opinions about the environmental impacts of eucalyptus plantations on groundwater resources, as well as the intention to confirm, refute or verify the factors responsible for the variations observed. This study will contribute to the advancement of knowledge about environmental impacts of eucalyptus cultivation in municipality of Jardim - MS, and physical geography of knowledge regarding the changes in groundwater regime against the use and occupation of the local surface.

KEYWORDS: Eucalyptus, Groundwater, Well Common, Overexploitation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área estudada no município de Jardim - MS.....	16
Figura 2 - Localização do município de Jardim no Mato Grosso do Sul	18
Figura 3 - Região sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul	19
Figura 4 - Rodovias de acesso ao município de Jardim - MS	19
Figura 5 - Geologia da área estudada	21
Figura 6 - Hidrografia regional.....	22
Figura 7 - Localização e limites da área estudada	25
Figura 8 - Vista parcial do uso e ocupação da área estudada	26
Figura 9 - Área plantada com eucalipto no Brasil	28
Figura 10 - Distribuição de área com plantio de eucalipto por estado	29
Figura 11 - Dados de distribuição de água no planeta.....	33
Figura 12 - Ciclo de Contaminação	35
Figura 13 - Ciclo Hidrológico	38
Figura 14 - Esquema de representação da zona saturada e zona não saturada.....	41
Figura 15 - Classificação de canais fluviais quanto a posição do nível freático	42
Figura 16 - Tipos de poros e rochas permeáveis e impermeáveis.....	44
Figura 17 - Aquífero confinado (situado entre dois aquícludes).....	45
Figura 18 - Aquífero confinado, superfície potenciométrica e artesianismo	46
Figura 19 - Poço pesquisado em meio à plantação de eucalipto	47
Figura 20 - Cena do trabalho de campo.....	48
Figura 21 - Cena do trabalho de campo com a utilização de corda graduada	50
Figura 22 - Fotografia do poço analisado	51
Figura 23 - Gráfico da variação do nível de água entre fevereiro a julho de 2012.....	54
Figura 24 - Gráfico com índice pluviométrico entre os dias de precipitação	54
Figura 25 - Gráfico de precipitação acumulados entre fevereiro a julho de 2012.....	55
Figura 26 - Gráfico com média mensal do nível de água do poço	55
Figura 27 - Cilindro com as medidas do poço e o nível médio e volume de água.....	58

LISTRA DE QUADRO

Quadro 1 - Nível de água no poço nos dias de coleta.....	52
Quadro 2 - Os dados coletados em campo.....	53

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Série histórica de dados climáticos de Jardim - MS.....	23
--	----

LISTA DE SIGLAS

ANA - Agencia Nacional das Águas.

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas.

CAD - Capacidade de Água Disponível.

C.E.R-3 - Comissão de Estradas de Rodagem nº 3.

DPP - Divisão de Pesquisas Pedológicas (DNPEA)1971 – 1973.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

SANESUL - Empresa de Saneamento do Estado de Mato grosso do Sul.

UEMS - Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	18
1.1.1. Aspectos Históricos de Jardim	20
1.1.2. Geologia	20
1.1.3. Geomorfologia	22
1.1.4. Hidrologia.....	22
1.1.5. Clima	23
1.1.6. Vegetação	24
1.2. Uso e Ocupação da Área Estudada.....	24
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	27
2.1. Cultivo de Eucalipto	27
2.2. Recursos Hídricos.....	32
2.2.1. Impacto das Atividades Antrópicas nos Recursos Hídricos.....	34
2.2.2. Impactos em Recursos Hídricos Subterrâneos	36
2.2.2.1. A Extração Intensiva das Águas Subterrâneas	36
2.2.3. Ciclo Hidrológico	37
2.2.3.1. Água Subterrânea	39
2.2.3.2. Fluxos e Reservatórios	40
2.2.3.3. Distribuição e Movimento da Água no Subsolo.....	40
2.2.3.4. Porosidade	42
2.2.3.5. Permeabilidade	42
2.2.3.6. Condutividade Hidráulica e a Lei De Darcy	43
2.2.4. Aquíferos: Reservatórios de Águas Subterrâneas	44
2.2.4.1. Aquíferos e Tipos de Porosidade.....	45
2.2.4.2. Aquíferos Livres, Suspensos e Confinados	45
2.2.4.3. Artesianismo.....	46
3. MATERIAIS E MÉTODOS	47

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

INTRODUÇÃO

É cada vez maior a preocupação com o meio ambiente decorrente dos diferentes cenários de degradação espalhados por todo país. Sendo o foco de impactos muitas vezes irreparáveis, os recursos naturais necessitam impreterivelmente maior proteção. Nesse contexto, as águas, possuem importância imensurável para a sociedade, e sua aparente abundância e entendimento como recurso natural renovável, fez com que o homem pudesse explorar este recurso desmedidamente. Entretanto, atualmente a escassez deste recurso é considerada um risco eminente em vários pontos do planeta, o que torna talvez o maior desafio para a sociedade do futuro, evitar a falta de água. Diante da importância que o recurso hídrico representa para sobrevivência humana, este estudo avaliou os impactos aos recursos hídricos subterrâneos decorrentes da influência de uma área de plantação de eucalipto. As análises foram pautadas na variação do nível de água de um poço comum, o uso e ocupação da superfície e a relação do cultivo do eucalipto com a variação do nível do lençol freático.

Um dos aspectos que chamou a atenção para esta área de estudo é o fato da existência de um poço comum à jusante da área cultivada, que tem apresentado variação no nível de água desde o início do plantio do eucalipto. O poço encontra-se em uma cota topográfica inferior a área em que ocorre o plantio de eucaliptos e devido a preocupação do proprietário com a variação de água existente no poço local aventou-se a hipótese de que o eucalipto seria o responsável pela oscilação do nível de água.

Diante do crescente uso do eucalipto no Brasil e a existência de uma área com cultivo de eucalipto no município de Jardim, este estudo tem como foco a avaliação ambiental dos impactos dessa cultura ao recurso hídrico subterrâneo em escala local. A área estudada é uma plantação de eucalipto de 17 hectares iniciada em 2008. A área está localizada na chácara Água na Boca situada na rodovia BR-060, km 595, distante 7 km da cidade de Jardim - MS (Figura 1).

Atualmente em todas as regiões do Brasil são realizadas plantações de eucalipto. A maior área cultivada é encontrada na região sudeste, em Minas Gerais, cujo clima tropical, semelhante ao clima do país de origem da espécie (Austrália e outras Ilhas da Oceania), favorece o desenvolvimento das plantas (EMBRAPA FLORESTAS, 2003).

No Mato Grosso do Sul o plantio de eucalipto iniciou-se na região leste do estado, principalmente nos municípios de Três Lagoas e Ribas do Rio Pardo, fato decorrente do baixo

valor das terras, abundância de recursos hídricos e proximidades com estados compradores da madeira e celulose (CHAEBO et al., 2011).

Além do uso comercial da espécie que proporciona retorno financeiro relativamente rápido se comparado a outros tipos de plantação, o cultivo de eucalipto se apresenta também como uma forma de reflorestamento. Enquanto fonte de matéria prima, sua madeira é utilizada para muitos produtos de primeiras necessidades. A tecnologia empregada em seu cultivo proporciona resultados satisfatórios as mais variadas formas de industrialização. Na construção civil o seu emprego tem sido de grande relevância, e na indústria moveleira a sua madeira se apresenta como ótima oportunidade à falta de matéria prima na atualidade (HIGA et al., 2000).

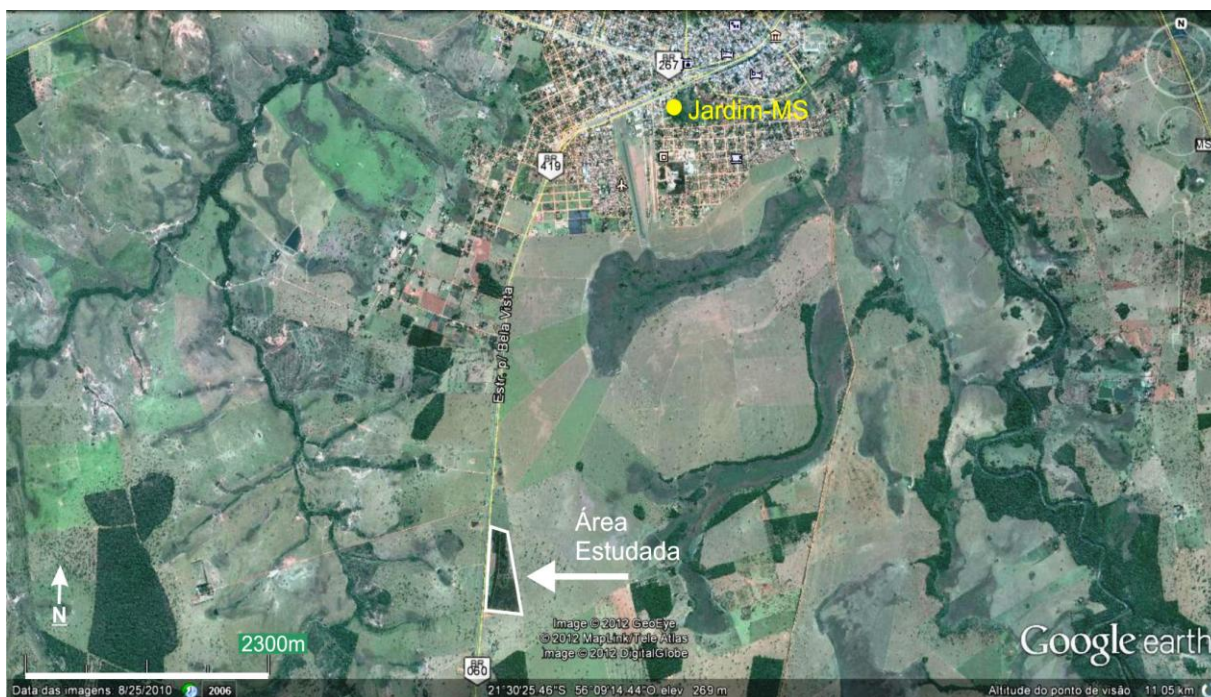


Figura 1 - Localização da área estudada no município de Jardim – MS.

Fonte: Imagem do Google Earth, 2012 – Digital Globe, Cnes/Spot Image – obtida em 26 de julho de 2012.

Por se tratar de uma planta de múltiplo uso o eucalipto tem se destacado também como matéria prima para vários produtos: papéis, cápsulas para medicamentos, espessantes para alimentos, componentes eletrônicos, carvão vegetal, painel de aglomerado de madeira, construção civil, brinquedos; lenha e biomassa, produtos de higiene, produtos de limpeza; produtos apícolas; postes e mourões (ABRAF, 2011). Apesar dos benefícios desta cultura há uma série de estudos e movimentos que destacam diversas reflexões negativas quanto consumo de água decorrente do cultivo do eucalipto (LIMA et al., 1998; BUCKUP, L. 2006).

Concomitantemente ao monitoramento do nível de água do poço analisado também foram realizadas revisões bibliográficas que serviram de base, para compreensão e identificação dos fatores responsáveis pelas alterações no nível de água no poço. Diante das alterações identificadas, foram propostas algumas medidas para mitigar os impactos causados ao recurso hídrico subterrâneo local.

Para que a silvicultura cresça na região de Jardim é preciso que as dúvidas sejam dirimidas e o conhecimento sobre o cultivo seja ampliado. Neste sentido este trabalho objetivou reconhecer quais foram os fatores responsáveis pela variação do nível de água do poço, neste caso, se foi a plantação de eucalipto ou a exploração do recurso hídrico subterrâneo? Com este estudo, destaca-se a importância e uso da ciência geográfica para análise das questões que envolvem a relação do homem como meio que habita e explora.

Inicialmente no capítulo 1 são apresentadas às características físicas do município de Jardim - MS e área estudada. O capítulo 2 apresenta as revisões bibliográficas como subsídios transparecem o entendimento sobre o recurso hídrico subterrâneo, e o impacto do cultivo de eucalipto neste recurso. No capítulo 3 são descritos os materiais e métodos utilizados neste estudo. Na sequência, o capítulo 4 são apresentados os resultados e discussões dos dados coletados obtidos pelo período de 6 meses, seguido das considerações finais com sugestões para as próximas pesquisas.

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

O município de Jardim está localizado na região centro oeste do território brasileiro na região sudoeste do estado (Figura 1), entre as coordenadas (UTM) 505.000 e 632.000 leste e 7.648.000 e 7.574.000m norte, zona 21, com uma área de aproximadamente 2.188 km² (RENDEIRO, 2007).



Figura 2 - Mapa do Brasil com destaque para o estado de Mato Grosso do Sul e localização do município de Jardim.

Fonte: Revisão e Complementação do Plano Diretor Municipal de Jardim, 2011.

Os municípios limítrofes à Jardim são: ao norte, Bonito e Guia Lopes da Laguna, ao sul, Bela Vista e Ponta Porã a leste Ponta Porã e Guia Lopes da Laguna a oeste Caracol, Porto Murtinho e Bela Vista (Figura 3).

O núcleo urbano de Jardim possui 2.202 km², localizado na região centro-norte do município. O acesso à área urbana ocorre pelas rodovias BR-060 e BR-267. A BR-060 ao nordeste, interliga o município à cidade de Campo Grande, capital do estado de Mato Grosso de Sul distante a 230 km; Ao sul, a mesma rodovia faz ligação as cidades de Bela Vista e Ponta Porã, ao sudoeste a rodovia BR 267 faz ligação à cidade de Porto Murtinho, distante 204 km. (Figura 4).

De acordo com informações obtidas na Polícia Rodoviária Federal o acesso a Jardim ocorre em rodovias que em alguns trechos há uma sobreposição de nomes e rotas de rodovias. No primeiro trecho entre Nioaque e Guia Lopes da Laguna há a sobreposição das rodovias MS 060 e BR 419 e o segundo trecho onde ocorre a sobreposição é ao norte do município ente Guia Lopes da Laguna e Jardim com a sobreposição da BR 060 e BR 267. Nestes

segmentos diferentes rodovias passam pelo mesmo local, desta forma uma única rodovia recebe duas nomenclaturas, isto faz com que alguns mapas apresentem nomes diferenciados para a mesma rodovia.



Figura 3 - Região sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul com destaque para a localização de Jardim e municípios limítrofes.

Fonte: Revisão e Complementação do Plano Diretor Municipal de Jardim, 2011.

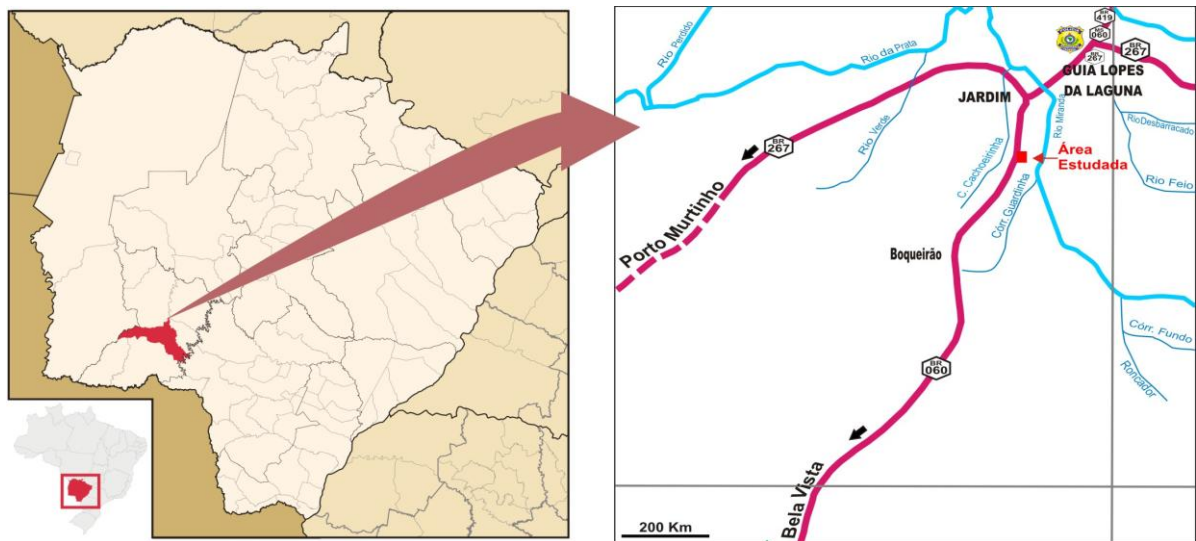


Figura 4 - Rodovias de acesso ao município de Jardim, MS. A) Mapa rodoviário de Mato Grosso Sul, com destaque para a localização de Jardim. B) Vias de acesso à cidade de Jardim

Fonte: Modificado de Mapa Rodoviário de Mato Grosso Sul. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/rodovias/mapas/index.htm>>, acessado em: 03 de setembro de 2012.

1.1.1. Aspectos Históricos de Jardim

Na Guerra do Paraguai, (1864-1870) quando as forças brasileiras efetuaram a conhecida retirada da Laguna, José Francisco Lopes foi escolhido para guia da Laguna, por conhecer e desbravar a região onde estabeleceu residência às margens do rio Miranda, em uma fazenda fundada pelo nome de Jardim. Nesse contexto de pioneirismo, em 1934, surgiu a necessidade da construção de uma rodovia que ligasse o município de Aquidauana a Porto Murtinho e Bela Vista, ambos na fronteira com o Paraguai. O local escolhido para a instalação desta ponte foi a área com essa ocupação inicial próxima a fazenda Jardim. A Comissão de Estradas de Rodagem nº 3 (C.E.R-3) encaminhou-se à região onde José Francisco Lopes se estabeleceu e realizou a compra de parte da Fazenda Jardim para atender os servidores da comissão designada para a construção da rodovia, iniciando o em 14 de Maio de 1946.

A partir do loteamento das terras e venda de lotes no entorno do assentamento, iniciou-se a estruturação geográfica e populacional do município de Jardim. Em 13 de setembro de 1948, foi criado o Distrito de Jardim, através da Lei nº. 119/48, e em 11 de dezembro de 1953, através da Lei nº. 6771/53, o então governador do Estado de Mato Grosso, Dr. Fernando Corrêa da Costa, criou o município de Jardim através da Lei nº. 6771/53, data comemorativa de sua emancipação política. Foi elevada a comarca em 15 de novembro de 1969 (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011).

1.1.2. Geologia

O município de Jardim está localizado numa área de transição entre diferentes formações litológicas pertencentes aos grupos Itararé (Carbonífero Superior ~ 360 e 270 Ma.) e São Bento (Cretáceo inferior 145 Ma.).

O Grupo Itararé é um grupo de formações geológicas pertencentes à Bacia do Paraná relacionado ao notável registro litológico da glaciação gondwânica que ocorreu entre 360 e 270 milhões de anos antes do presente (Carbonífero inferior). Os principais depósitos deste grupo são constituídos principalmente por arenitos, diamictitos, conglomerados e rochas argilosas (MILANI et al., 2007).

O Grupo São Bento abrange grande extensão da Bacia do Paraná e está relacionado a registros litológicos de dois momentos da história natural do planeta, o primeiro constituído

por arenitos originados de ambiente desértico e o segundo constituído por rochas básicas extrusivas originadas em um gigantesco evento de vulcanismo fissural ocorrida por volta de 145 Ma no Cretáceo inferior (MINEROPAR, 2009).

A área estudada está localizada no contato entre as formações Aquidauana (Grupo Irataré ~299 Ma.) e Botucatu (Grupo São Bento ~145 Ma.).

A Formação Aquidauana é composta por arenitos vermelhos a róseos, com granulometria média a grossa. Nesta unidade são encontrados diamictitos, arenitos esbranquiçados, conglomerados, siltitos, folhelhos e arenitos fino laminado, vermelho a róseo, com intercalações de diamictito e folhelho de cor cinza-esverdeado. São rochas originadas de em ambiente continental fluvial e lacustre. Na porção sul da bacia de sedimentação parte da origem destas unidades está relacionado a depósitos glaciais.

A Formação Botucatu é constituída por arenitos de cor avermelhada, com granulometria fina a grossa, grãos bem arredondados com alta esfericidade dispostos em estratificações cruzadas de grande porte formadas em ambiente continental desértico, típico de depósito de dunas (LACERDA FILHO et al., 2006). Na região de Jardim são escassos afloramentos característicos. Em geral são encontrados em extensos chapadões arenosos totalmente desagregados que originam solos areno-argilosos (OLIVEIRA e FERREIRA, 2003). Devido à fragilidade característica das rochas que compõem a Formação Botucatu e aos declives dos cursos d'água, esta formação possui forte potencial para contribuição de carga de sedimentos sólidos para a rede fluvial ((REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011)). É comum encontrar sulcos e processos de ravinamento em propriedades com declividade acentuada e ausência de manejo das pastagens utilizadas na pecuária extensiva.

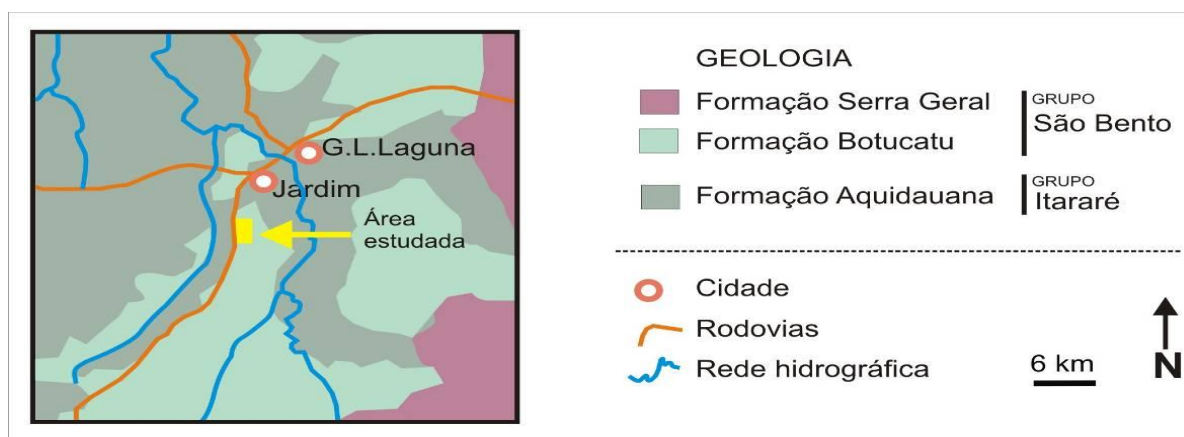


Figura 5 - Geologia da área estudada.

Fonte: Modificado de Lacerda Filho et al. 2006.

1.1.3. Geomorfologia

A área do município está inserida nas unidades morfoesculturais, “Depressão do Rio Paraguai”, unidade que compreende uma vasta superfície rebaixada que se estende por grande parte do estado de Mato Grosso do Sul, limitando-se a leste com frentes de cuevas e os relevos dissecados da borda do Planalto de Maracaju – Campo Grande. Planalto de Maracaju – Campo Grande compreende uma unidade homogênea à predominância de altitudes médias e feições amplas e aplainadas com cotas variando entre 350 a 500m, correspondendo a parte central do planalto (RENDEIRO, 2007).

1.1.4. Hidrologia

A área de abrangência do município de Jardim está inserida na bacia hidrográfica do Rio Paraguai, especificamente na sub-bacia do Rio Miranda. A sub-bacia do Rio Miranda integra a bacia hidrográfica do Alto Paraguai, formada por regiões de planalto que circundam a planície pantaneira. Possui aproximadamente uma extensão de 542 km. Dentre os rios que compõem a rede fluvial que corta o município destaca-se os rios Miranda, Prata, Verde, Cachoeirinha, Guardinha, das Velhas e Roncador (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011). A área estudada está situada no interior da microbacia do córrego Guardinha, conforme pode ser observado na figura 6.



Figura 6 - Mapa parcial do Mato Grosso do Sul com principais rodovias e hidrografia regional. Em destaque a região do município de Jardim e área estudada. A propriedade está situada no interior da microbacia do córrego Guardinha em destaque a seta verde

Fonte: Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/rodovias/mapas/index.htm>>, acessado em: 3 de setembro de 2012.

1.1.5. Clima

Segundo Koppen (1948) o tipo climático predominante no município de Jardim é Aw, megatérmico seco, com temperatura média anual de 23,8°C, e precipitação média total de 1355 mm. Esta classificação caracteriza a existência de uma estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e uma nítida estação seca no inverno, de maio a setembro, sendo julho é o mês mais seco. As precipitações durante o ano são superiores a 750 mm anuais, podendo atingir 1800 mm. Apresenta estação seca que varia de três a quatro meses e estendem-se entre os meses que vão de maio a setembro, neste período os totais pluviométricos médios são inferiores a 50 mm (RENDEIRO, 2007).

De acordo com RENDEIRO (2007) a deficiência hídrica anual é de aproximadamente de 42 mm, e o excedente hídrico de cerca de 85 mm, isso considerando a capacidade de água disponível (CAD) igual a 100 mm. O período de reposição hídrica do solo inicia-se em setembro e o período de excedente hídrico se estende entre novembro a dezembro, onde o total de precipitação corresponde a cerca de 30% do total anual (Tabela 1).

Tabela 1 - Série histórica de dados climáticos de Jardim, MS (valores de média entre 1970 a 2000).

Mês	Temperatura °C	Precipitação MM
Jan	30,2	184,0
Fev	26,1	127,0
Mar	26,2	104,0
Abr	24,3	96,0
Jul	19,1	38,0
Ago	20,3	39,0
Set	22,0	88,0
Out	24,2	150,0
Nov	26,0	172,0
Dez	26,6	194,0
Anual	23,8	1355,0

Fonte: Alfonsi et al. (2002) apud Rendeiro, 2007.

1.1.6. Vegetação

As formações vegetais encontradas no município de Jardim, em sua maior área de abrangência pertencem ao Bioma Cerrado, parte pertencente ao bioma de Mata Atlântica, encontrado principalmente na região da Serra da Bodoquena (região oeste do município) e matas de galeria ao longo da rede hidrográfica. A Mata Atlântica existente na Serra da Bodoquena compõe vegetação semidecidual e decidual correlata aos períodos de estiagem típicos dessa região do país (REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE JARDIM, 2011).

Boa parte dos domínios de vegetação natural na área do município apresenta-se degradados, substituídos em sua maior parte por pastagem e pequenas áreas de culturas sazonais. Os remanescentes da vegetação podem ser encontrados nas áreas de preservação permanente (APP) e reservas legais das propriedades rurais.

1.2. Uso e Ocupação da Área Estudada

A área estudada está localizada no município de Jardim - MS, situada às margens da rodovia BR 060, km 595, distante 7 km do centro da cidade (Figura 1 p. 15). Compreende uma propriedade privada com área total de 20 hectares, pertencente ao Sr. João Dias da Silva desde 04 de maio de 2001 comprada do Sr. Nilso Correa Moraes.

Inicialmente entre os anos de 2001 a 2007 a área foi utilizada economicamente para a pecuária intensiva. Em 2008 por conta dos problemas do custo com a criação de bovinos foram promovidas mudanças no uso e ocupação da área, passando em 2008 para início do cultivo de eucalipto da espécie *Eucalyptus citriodora*. Na propriedade existe uma pequena edificação onde reside uma família com duas pessoas.

A maior parte da área da propriedade é destinada à plantação de eucalipto (Figura 7), 17 hectares, iniciada em agosto de 2008. O restante da área, 3 hectares, o proprietário se beneficia dos períodos chuvosos para o cultivo de hortaliças, além de lavouras como feijão, milho e mandioca, e pequena área destinada para pomar (Figura 8 - B). A área também é utilizada para criação de animais como aves, suínos e bovinos que dependem em maior parte do ano da água do poço. Durante os períodos chuvosos parte da desedentação dos animais ocorre com auxílio de água acumulada em um açude localizado na porção norte da

propriedade (Figura 8 - A). O abastecimento para o consumo humano é feito exclusivamente pela água do poço que é obtida com auxílio de uma bomba elétrica.

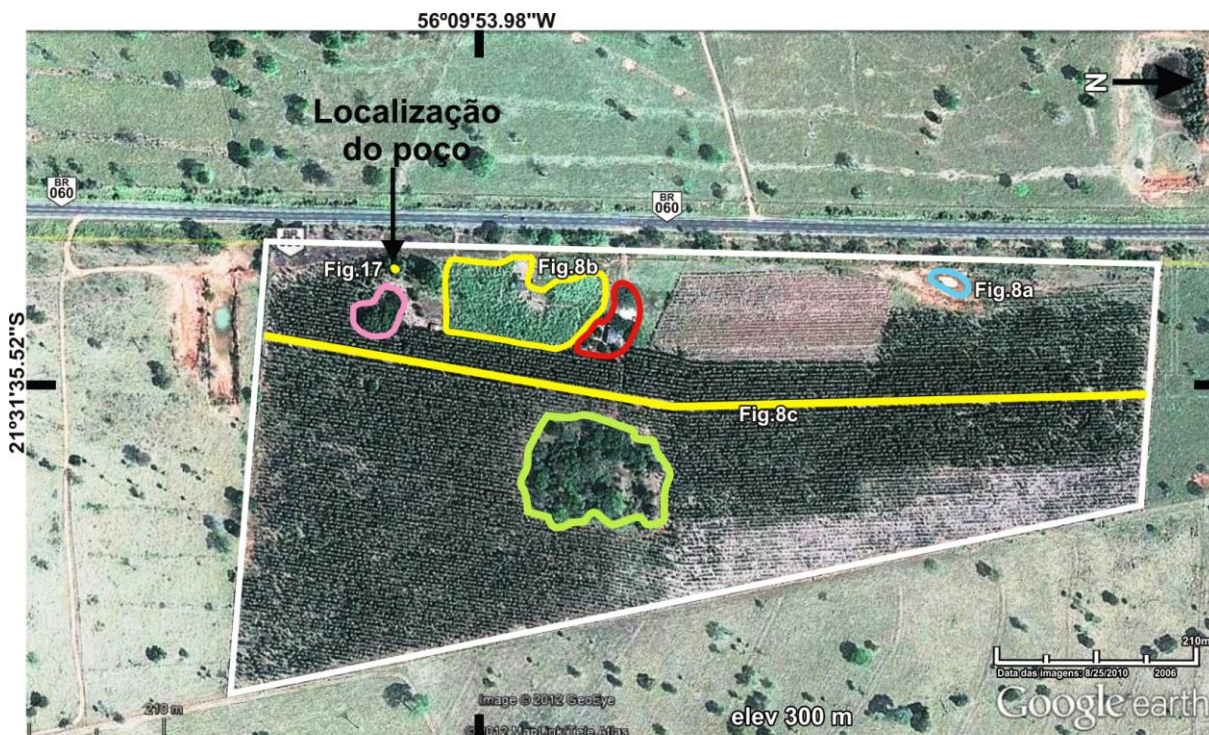


Figura 7 - Localização e limites da área estudada. O ponto destacado em amarelo indica a localização do poço na propriedade (Figura 19 p. 45); O destacado em rosa representa a área do pomar; O açude sazonal está representado na figura 8a; A Figura 8b destaca a área delimitada para cultivo agrícola. O espaço com área construída está destacado em vermelho; A linha amarela destaca a faixa aberta no interior da propriedade destinada a passagem da rede elétrica com aproveitamento para pastagem (Figura 8c); a reserva legal é destacado em verde.

Fonte: Imagem do Google Earth, 2012 – Digital Globe, Cnes/Spot Image – obtida em 26 de julho de 2012.

Conforme mostra a figura 8 - C a plantação se encontra em estágio avançado, hoje com 4 anos de idade e árvores com aproximadamente 25 metros de altura. A existência da rede elétrica que cruza a propriedade permitiu a utilização da faixa para pastagem e criação de bovinos. Apesar das árvores serem altas, isso não impede o crescimento das gramíneas. O espaço é considerável e nele se desenvolve uma ótima cobertura para o solo que possibilita alimentação suficiente para os animais existentes, que por sua vez também são beneficiados pelas sombras das árvores.

Conforme relato do vizinho da margem sul da propriedade, o poço tem aproximadamente 20 anos de idade. Um fato interessante relatado pelo vizinho da mesma, é

que baseado em conhecimento empírico utiliza como técnica uma varinha para identificar um veio de água através da técnica radioestesia (sensibilidade a radiações). É uma tradição de sua família cavar poços comuns e semi-artesianos, e sempre tiveram êxito nos poços em que cavaram através do método.



Figura 8 - Vista parcial do interior da propriedade estudada. A) açude utilizado para desedentação dos animais (direção S-N); B) área com cultura sazonal de cana e mandioca e C) faixa sem cultivo de eucalipto requerido para passagem de rede elétrica com aproveitamento para pastagem (direção N-S).

Baseado nesse conhecimento empírico, o vizinho realizou uma avaliação na localização do poço e revelou que o problema do baixo volume de água é decorrente da localização estar distante de um veio principal de água. Segundo o Sr. Silva proprietário da área estudada, em 2008 quando iniciou o cultivo de eucalipto o poço possuía em média três mil litros de água, medida comprovada quando toda a água foi retirada por um caminhão pipa para regar as mudas recém plantadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultivo de Eucalipto

O eucalipto cuja origem ocorreu na Austrália, possui cerca de 600 espécies adaptadas a diversos tipos de clima e solo. Apenas duas espécies não são originárias da Austrália: *E. urophylla* e *E. deeglupta*, pertencente a outras ilhas da Oceania (MORA & GARCIA, 2000).

O eucalipto é uma planta bastante conhecida, com destaque para as espécies arbóreas de alto porte, que atingem alturas de até 50 metros em florestas fechadas. As espécies situadas em áreas abertas possuem porte menor, com altura que varia entre 10 e 25 metros, além de 40 espécies que são arbustivas.

De acordo com Carneiro (2007), o eucalipto foi introduzido na Europa por volta de 1774, por Antonio Guichent, e catalogado pela primeira vez em 1778, pelo botânico Frances L'Héritier de Brutelle. A espécie permaneceu sem nenhuma demanda comercial até metade do século XIX, neste período figurava apenas em coleções de alguns jardins botânicos. Os primeiros relatos na Europa visando à produção comercial datam de 1854.

No Brasil as primeiras espécies foram semeadas em 1868, nos estados do Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. Navarro de Andrade, considerado o “pai da eucaliptocultura” no Brasil, realizou os primeiros trabalhos de estudos sobre a espécie entre os anos de 1904 a 1909, no Horto de Jundiaí (SP). Neste experimento o eucalipto sobressaiu em relação às demais espécies estudadas, sua madeira pôde ser aproveitada em tempo menor, e por este motivo a companhia paulista de estrada de ferro iniciou o plantio comercial em 1909. No Brasil as primeiras podas do eucalipto visavam o aproveitamento da madeira para combustíveis das locomotivas, mourões para cercas, dormentes e o madeiramento necessário à construção das estações e vilas (MORA & GARCIA, 2000).

Atualmente em todas as regiões do Brasil são encontrados plantios de eucalipto, no entanto a maior área cultivada é encontrada na região sudeste, em Minas Gerais (Figura 9), favorecido pelo clima tropical, semelhante ao clima do país de origem da espécie (EMBRAPA FLORESTAS, 2003).

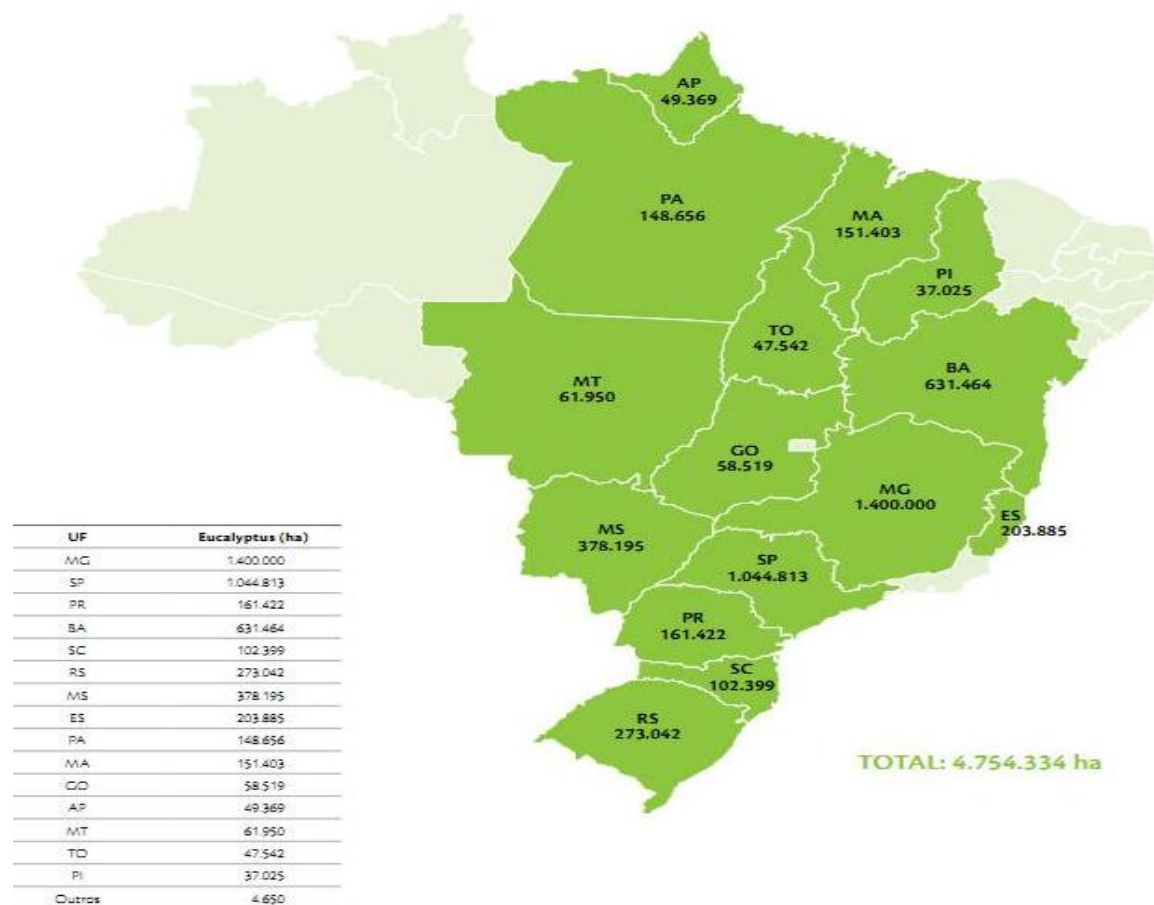


Figura 9- Área plantada com eucaliptos no Brasil.

Fonte: Anuário da ABRAF, 2011.

No Mato Grosso do Sul o plantio de eucalipto iniciou na região leste do estado. O fator envolvido na escolha desta região deve-se ao baixo valor financeiro das terras (Três Lagoas e Ribas do Rio Pardo), abundância de recursos hídricos e proximidades com estados compradores da madeira (CHAEBO et al., 2010).

O estado tem se apresentado promissor para o cultivo de eucalipto, uma vez que desde 1988 já possuía 2,7% de área plantada do país (EMBRAPA FLORESTAS, 2003).

No ano de 2011, Mato Grosso do Sul passou a ocupar a quarta colocação em área plantada com eucalipto, contando com uma área aproximada de 379 mil hectares, que representa 8,0% de área plantada com eucalipto no Brasil (Figura 10). Em 23 anos o cultivo de eucalipto quase triplicou. Ainda é esperado um aumento no plantio da espécie capaz de atingir de 500 mil a 1 milhão de hectares para os próximos anos, e isto se dá devido a grande demanda e investimentos no setor (CHAEBO et al., 2010).

Dentre os fatores positivos ao cultivo do eucalipto no Mato Grosso do Sul, está o clima favorável ao crescimento da planta, e a implantação da Indústria de papel e celulose *International Paper* no município de Três Lagoas (CHAEBO et al., 2010).

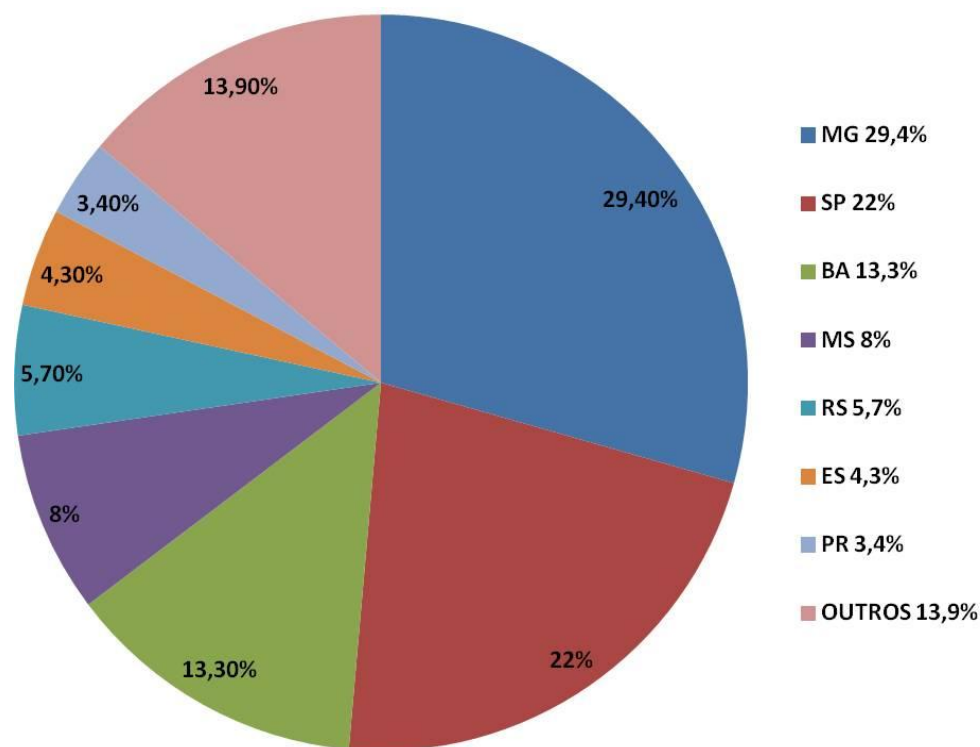


Figura 10 – Gráfico com distribuição da área de plantio de eucaliptos por estados, 2010.
Fonte: Anuário da ABRAF, 2011.

No município de Jardim - MS este cultivo também é crescente a área pesquisada foi a primeira área a dar o início ao cultivo de eucalipto no município, no ano de 2008, posteriormente novas áreas com cultivos foram surgindo em pequenas propriedades.

As plantações de eucalipto tem sido motivo de grandes discussões quanto a seus impactos ao meio ambiente. No entanto nota-se, que atualmente o cultivo de eucalipto está presente nas mais diversas regiões do mundo, com diferentes altitudes, tipos de solo e regimes pluviométricos. Por apresentar diversas técnicas de cultivo favoráveis e desfavoráveis é que generalizações por falta de conhecimento se tornam alvo de reflexões

A silvicultura, assim como outras atividades econômicas (industriais, agrária, pastoril etc.), estão susceptíveis a gerar impactos ambientais, tanto positivos como negativos, dependendo das circunstâncias e fatores locais da área cultivada (VITAL, 2007).

O cultivo de eucalipto em áreas degradadas, em solos com nível baixo de fertilidade, áreas com erosões, e áreas de pastagem, em boa parte dos casos o plantio gera impactos positivos, com acréscimo de fertilidade do solo devido a queda das folhas, matéria orgânica secundária (serrapilheira) e redução dos processos erosivos (VITAL, 2007).

Em regiões onde o volume pluviométrico é inferior a 400 mm/ano, as plantações de eucalipto podem ocasionar o ressecamento do solo. Esta capacidade do ressecamento do solo

em seu cultivo, já foi utilizada em vários locais como uma forma executável de áreas alagadas, um exemplo mais representativo foi a empresa paulistana fundada em 1912 com o nome de “City Of São Paulo Improvements And Freehold Land Company Limited”, Companhia City como ficou conhecida. A empresa contratou urbanistas Ingleses Barri Parkr e Raymond Uniwn para um projeto de um bairro conhecido como Jardim Américo, a empresa possuía duas áreas localizadas na várzea do Rio Pinheiros e que metade do ano ficava alagada, diante do fenômeno, os urbanistas para drenar essas terras, a partir do ano de 1927 milhares de mudas de eucalipto foram plantadas, e em pouco tempo cumpriram sua missão, e transformaram essa área inundada, em bairros de grande valor e alta qualidade urbanística restando ainda algumas árvores de eucalipto no local como testemunho do passado (BUCKUP, 2006; VITAL, 2007).

Os impactos sobre a biodiversidade local dependem do bioma e da condição prévia de preservação da região onde a floresta é implantada. Plantações realizadas em áreas de florestas nativas, como as de Mata Atlântica, acarretam redução da biodiversidade. Por outro lado, numa região de savana, ou numa região que anteriormente era coberta com Mata Atlântica, mas que foi desmatada, a floresta de eucalipto permite aumentar e atrair a biodiversidade de fauna e flora local. No meio ambiente o eucalipto contribui para a redução de gás carbônico (CO₂) da atmosfera, minimizando o efeito estufa, no solo o eucalipto protege contra os processos erosivos (eólico e pluvial), aumentando a permeabilidade e a taxa de infiltração de águas pluviais, regularizando o regime hidrológico nas áreas de plantio. Entre os aspectos ambientais as preocupações se voltam para o equilíbrio entre as áreas de produção, a fauna e a flora local (MORA e GARCIA, 2000; VITAL, 2007).

As diversas técnicas utilizadas no cultivo de eucalipto podem acarretar notáveis impactos. Se no período da colheita, os galhos, folhas e cascas são deixados no local, os nutrientes são retornados ao solo. A permanência dessa matéria orgânica auxilia também na redução do processo erosivo. Atualmente, as empresas de setor florestal ampliam áreas de plantações sob a forma de mosaicos, inserindo faixas de florestas nativas em meio as plantações (conhecidas como “corredores ecológicos”) Esse cultivo em mosaico permite a interligação entre o habitat natural e a floresta plantada permitindo a passagem de animais e expandindo, assim, o habitat disponível à fauna local (VITAL, 2007).

A plantação de eucaliptos contribui para a possibilidade de outras formas consorciadas de produção. Com espaçamento entre as árvores, empresas brasileiras do setor tem mostrado ser possível não só o cultivo de diferentes grãos (milho, girassol, e culturas de subsistência)

nos primeiros anos de plantio, mas também a criação de gado (de corte e leite) em meio a plantação, quando as árvores já estão mais crescidas. Dessa forma, há um aumento no alcance econômico da plantação, aumentando o número de produtos a partir da floresta (assim como o número de empregos gerados) e possibilitando ainda maior aproveitamento do solo (VITAL, 2007).

Quanto aos impactos aos recursos hídricos devem-se levar em consideração, o regime pluviométrico da região, a distância de curso d'água, bacia hidrográfica, e a profundidade do lençol freático. Um dos pontos mais polêmicos, talvez seja a análise feita por praticamente todos os aspectos que devem ser levados em consideração para uma avaliação objetiva quanto ao consumo de água em taxas de transpiração, dinâmicas dos estômatos, índice da área foliar, eficiência do uso da água, perda por interceptação e balanço hídrico. A conclusão mais precisa é a que o eucalipto não consome mais água por unidade de biomassa produzida do que qualquer outra espécie vegetal (WHITEHEAD e BEADLE apud LIMA, 1993).

No sentido aos aspectos negativos o eucalipto tem influência sobre os recursos hídricos subterrâneos, por serem plantados em regime muito denso. Num clima registrado como na Serra da Ossa (Portugal), em uma floresta densa a evapotranspiração é muito mais elevada do que a infiltração o que contribui para o ressecamento do solo e uma redução no abastecimento das águas subterrâneas (LIMA et al., 1998).

Dados obtidos reforçam de que uma floresta densa de eucalipto tem sim grande significação no que diz respeito aos recursos hídricos, ou seja, causa uma diminuição total das reservas hídricas subterrâneas que dão origem as captações mais superficiais, numa zona seca e quente como a Serra da Ossa (LIMA et al., 1998).

Para entendimento e utilização do balanço hídrico, é necessário medir uma série de variáveis hidrológicas e meteorológicas para obter os dados das características hidrológicas e para possibilitar a aplicação dos modelos matemáticos que permitem prever ou estimar estas variáveis. O balanço hídrico de uma bacia hidrográfica quantifica os fluxos de água, ou seja, contabiliza as entradas e saídas de água, na unidade física em questão, num determinado intervalo de tempo. O cálculo de balanço hídrico é importante para fins de planejamento regional e, ou, implantação de uma política de gerenciamento dos recursos hídricos. Este balanço é condicionado fundamentalmente pelo estado físico da atmosfera e pela natureza do solo, podendo ser verificado déficit ou excesso hídrico, no local considerado (FACCO, 2004 apud. FACCO, 2008).

Conhecer a disponibilidade hídrica para o desenvolvimento de uma cultura é de suma importância na determinação do potencial produtivo da região. Ter o conhecimento dos processos de perda de água para realização de um manejo adequado poderá ser de grande importância na diminuição da perda de produtividade. Deste modo, somente a partir do conhecimento básico das características edafoclimáticas para o cultivo de eucalipto será possível fazer um zoneamento agroclimático consistente para a cultura, permitindo assim conhecer o potencial de diferentes regiões (FACCO, 2008).

2.2. Recursos hídricos

A água é a substância mais farta na superfície do planeta Terra, participando dos seus processos modeladores pela dissolução de materiais terrestres e do transporte de partículas (KARMANN, 2008). É a responsável pela maioria dos processos físicos, químicos e biológicos nos ecossistemas. A água sempre foi um fator determinante no ritmo da evolução do homem. Ao longo da história da humanidade as primeiras civilizações se desenvolveram as margens dos rios (Tigre e Eufrates na Mesopotâmia, Nilo no Egito, Índus na Índia, e Amarelo na China), no qual garantiam o abastecimento de água e, conseqüentemente, o desenvolvimento social e econômico (KOBAYAMA et al., 2008).

A água é distribuída na atmosfera e na parte superficial da crosta até uma profundidade de aproximadamente 10 km da interface da atmosfera/crosta considerada hidrosfera, que consiste em uma série de reservatórios como oceanos, geleiras, rios, lagos, vapor de água atmosférica, água subterrânea e água retida nos seres vivos. É a água que mantém a vida sobre a Terra, pela fotossíntese, que produz biomassa pela reação entre CO₂ e H₂O. Neste contexto biológico, praticamente 80% do corpo humano é composto por água (KARMANN, 2008).

O Planeta Terra possui um suprimento abundante de água calculado em cerca de 1392 milhões de quilômetros cúbicos de água líquida, distribuída por cerca de 70% da superfície do planeta em sua maior parte, são águas oceânicas (GOMES & CLAVICO, 2005).

É difícil acreditar que há escassez de água em um Planeta que possui 70% de sua superfície coberta por água, atualmente dezenas de milhões de pessoas vivem com menos de 5 litros de água por dia. A hidrosfera utilizável é suficiente para o abastecimento de toda a população do Planeta, porém é desigualmente distribuída. A água está presente em toda a parte, entretanto o recurso hídrico, abrangido como um bem econômico e aproveitado pelo ser

humano dentro de recursos financeiros razoáveis, é mais escasso. Cerca de 97,5% de toda água na Terra são salgadas (Figura 11). Menos de 2,5% são doces e estão distribuídas entre as calotas polares (68,9%), os aquíferos (29,9%) rios e lagos (0,3%) e outros reservatórios (0,9%). Desta forma, apenas 1% da água doce é um recurso aproveitável pela humanidade, o que representa 0,007% de toda água do planeta (HIRATA, 2008).

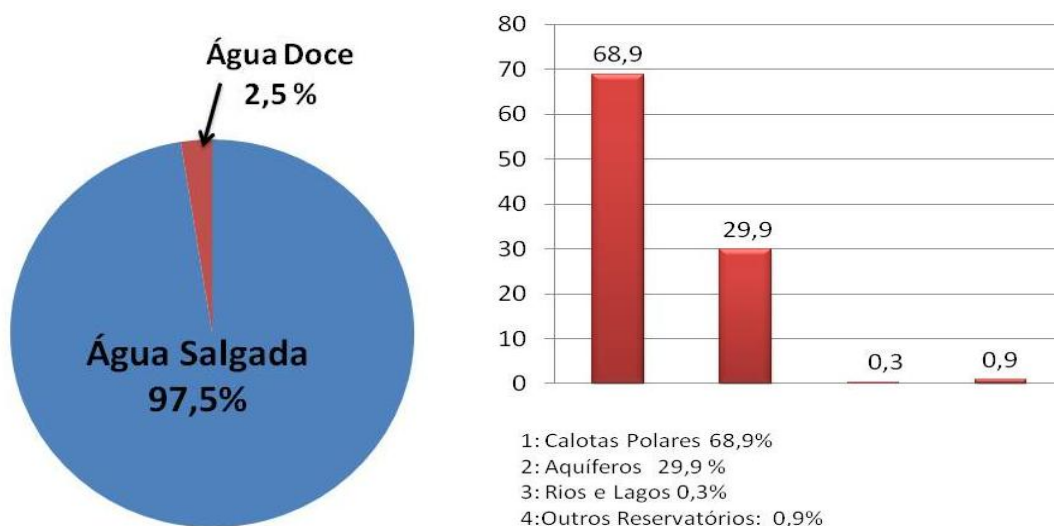


Figura 11 - Dados de distribuição de água no Planeta.

Fonte: HIRATA, R. Recursos Hídricos. In. Decifrando a Terra. 2008.

Uma das principais causas da escassez de água é o aumento crescente da população e a superexploração dos recursos hídricos. Outro fator alarmante é a elevada contaminação dos corpos hídricos, pelas redes de esgotos urbanos, efluentes industriais, resíduos sólidos e agrotóxicos que somado ao baixo escoamento, diminuem a capacidade de recuperação e impedem o estabelecimento do equilíbrio natural (KOBİYAMA, et al., 2008).

A escassez de água no mundo foi prevista em 1972 na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente em Estocolmo e posteriormente em 1990, o Comitê de Recursos Hídricos Naturais das Nações Unidas confirmou que 80 países (40% da população mundial), apresentavam sérios problemas de falta de água, e decorrente dessa carência o desenvolvimento econômico e social desses países também eram limitados (HIRATA, 2008).

O fornecimento de água potável para todos é um grande desafio para a humanidade, podendo reduzir em até 75% a taxa de mortalidade no mundo e aumentar a perspectiva de vida da população. (HIRATA, 2008). No Brasil, a lei 9.433/1997 prevê que em situações de escassez do recurso hídrico, o uso prioritário é dirigido para o consumo humano e para a dessentação de animais ANA (Agência Nacional das Águas).

2.2.1. Impacto das Atividades Antrópicas nos Recursos Hídricos

Os recursos hídricos são conhecidos mundialmente, possuem valor econômico e essencial vital para a manutenção dos seres vivos. Por ser falsamente considerado abundante na natureza, durante muito tempo o cuidado com a preservação deste recurso foi negligenciado enquanto o desenvolvimento dos grandes centros ocorria em ritmo acelerado, cuidados como a preservação e a contaminação do recurso hídrico não receberam a devida importância (KOBAYAMA et al., 2008)

No Brasil o padrão de potabilidade da água é definido pelas legislações Federais e Estaduais, com uma série de parâmetros físicos, químicos e biológicos e os limites máximos permitidos ao ser humano. A água doce é organizada em 5 classes distintas, variando de 1 a 5; a classe 1 é a que apresenta o maior nível de contaminantes e a 4 a menor, ainda existe a classe especial que está inserida as águas subterrâneas, estas por sua vez não devem possuir lançamento de efluentes ou infiltração de contaminantes maiores do que os padrões de potabilidade humana para água (HIRATA, 2008).

A escassez da água em vários locais do mundo atinge um número de pessoas cada vez maior. Nos locais onde há escassez o desenvolvimento social e econômico é desacelerado, há uma extração dos recursos hídricos excessiva, que por sua vez impede que haja a reposição natural e equilibrada. Em locais onde há déficit de água há também contaminações dos recursos hídricos decorrentes de altas cargas de esgotos urbanos, efluentes industriais, resíduos sólidos e agrotóxicos que agravados pelas baixas vazões, diminuem a capacidade de recuperação impossibilitando o equilíbrio natural (KOBAYAMA et al., 2008).

O quadro de demanda por recursos hídricos no mundo é cada vez mais alarmante. Nos centros há um contínuo crescimento de redes de distribuição e abastecimento dos recursos hídricos numa demanda necessária para população e meios produtivos. No campo, de um lado as atividades agrícolas consomem elevados volumes de água nos processos de irrigação, de outro o manejo inadequado da manutenção da fertilidade e pragas provocam a contaminação de canais e lençóis subterrâneos (KOBAYAMA et al., 2008).

De acordo com Tucci e Bertoni (2003) os efluentes urbanos estão entre os principais responsáveis pela contaminação de mananciais superficiais e subterrâneos (Figura 12). Diversos outros fatores colaboram para contaminação dos recursos hídricos. Tucci e Bertoni (2003) destacam ainda a disposição inadequada dos esgotos cloacais, pluviais e resíduos

sólidos, as inundações em áreas urbanas, a erosão e o transporte de sedimentos e a ocupação irregular de áreas ribeirinhas.

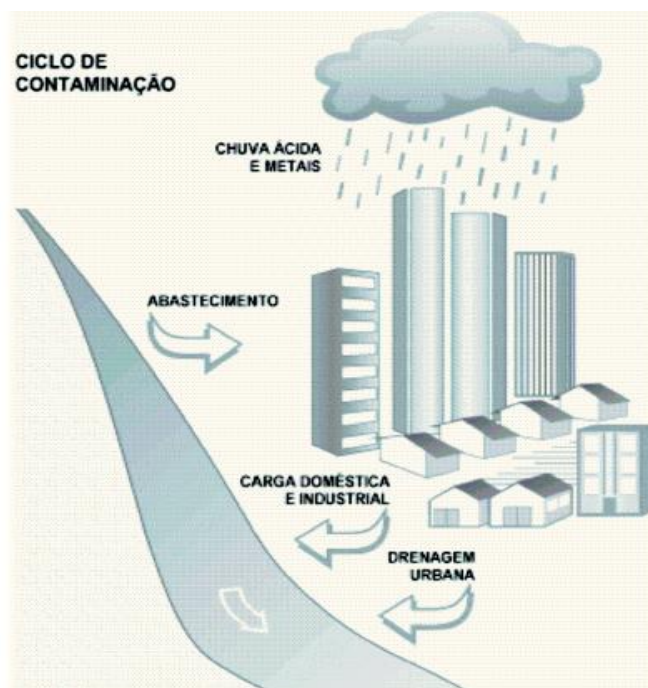


Figura 12– Ciclo de Contaminação dos recursos hídricos.
Fonte: TUCCI, C. E. M. BERTONI, J. C., 2003.

A falta de investimento nos sistemas de esgotamento sanitário e estações de tratamento contaminam amplamente cursos fluviais que possuem capacidade limitada de diluição. Esgotos pluviais que atingem os rios nos períodos chuvosos transportam grandes quantidades de sedimentos orgânicos, metais pesados além de sólidos e compostos químicos dissolvidos.

A ocupação irregular, somada a falta de tratamento dos esgotos e o lançamento de efluentes diretamente em reservatórios eleva potencialmente a probabilidade de eutrofização de reservatórios. Com reservatórios eutrofizados há uma tendência de produção de algas que produzem toxinas, que ingeridas pelo homem, atacam o fígado causando doenças que podem levar a óbito, especialmente no caso de diálise, essas toxinas não são retiradas por tratamentos habituais e se acumulam no fundo de lagos dos quais alguns peixes também se alimentam (TUCCI e BERTONI, 2003).

As águas subsuperficiais geralmente sofrem contaminação por depósitos de lixo, aterros sanitários mal dimensionados e pela percolação de contaminantes diretos ou indiretos carregados por precipitações. No Brasil a maior parte das residências ainda utilizam fossas sépticas como destino final do esgoto. Este tipo de depósito pode facilmente contaminar a

parte superior dos aquíferos que por sua vez pode afetar o abastecimento de água urbana em locais onde haja ligação entre as diferentes camadas dos aquíferos, por meio de percolação e de perfuração inapropriada de poços artesianos (TUCCI e BERTONI, 2003).

Inexistem dados sobre a situação de contaminação das águas subterrâneas em Mato Grosso do Sul, mas o cenário de coleta de esgoto domiciliar permite aventar a hipótese de que boa parte esteja contaminada uma vez que 80% dos domicílios não possuem ligação em redes gerais de esgoto (IBGE, 2000).

Outro fator preocupante é que as cidades acabam utilizando os rios como captação dos esgotos urbanos, de lixos e de efluentes agroindustriais. Em muitos locais o meio ambiente não é capaz de degradar as substâncias contaminantes e restaurar a harmonia dos recursos naturais. O desvio de um curso de água pode também comprometer a sua qualidade, pois a redução na vazão do rio faz com que este diminua a sua capacidade de depuração, o que ocasiona o aumento da contaminação (HIRATA, 2008).

2.2.2. Impactos em Recursos Hídricos Subterrâneos

Os recursos hídricos subterrâneos são denominados aquíferos, formadores das maiores reservas de água líquida potável no mundo. No entanto, algumas áreas do planeta possuem abundância deste recurso enquanto outras são inexistentes. O fator determinante para sua ocorrência é a interação entre as características geológicas e climáticas de cada área. A permeabilidade e a porosidade da rocha definem a capacidade do aquífero em transmitir, armazenar e fornecer água, enquanto que a interferência do clima, na zona de recarga, influencia os volumes ingressados de água ao aquífero do balanço hídrico (HIRATA, 2008).

Muitos países recorrem a exploração deste recurso, em princípio pelo baixo custo e pela boa qualidade da água. A utilização para irrigação de pequenas e grandes propriedades tem aumentado o que possibilita o abastecimento regular mesmo em épocas de seca (HIRATA, 2008).

2.2.2.1. A Extração Intensiva das Águas Subterrâneas

Sempre que água em um poço é bombeada ocorre a redução do nível da água no aquífero, caso este bombeamento seja limitado, o nível da água volta ao seu nível normal, uma vez que o equilíbrio entre a extração e a recarga não sofre alteração. No entanto, quando

a extração é maior que a capacidade de reposição de água no aquífero, este nível continuará a cair e ao longo dos anos poderá até mesmo vir a existir o comprometimento do recurso subterrâneo.

A este tipo de exploração onde a extração supera a capacidade de recarga, em períodos muitos prolongados, ou quando o bombeamento se concentra em uma pequena zona, se denomina superexploração (HIRATA, 2008).

Problemas de extração descontrolada em aquíferos são comuns em várias partes do mundo, em decorrência do crescimento desordenado das cidades e da falta de planejamento no uso dos recursos hídricos. Em grandes centros ocorre a impermeabilização do solo e a expulsão de áreas verdes em volta das cidades, o que reduz a infiltração e a recarga do aquífero. Entretanto o vazamento de água potável pela rede de distribuição acaba por auxiliar na recarga dos aquíferos (HIRATA, 2008).

No Brasil, muitos casos de perfuração descontrolada ocorreram pela ausência de dispositivos reguladores da atividade. Em 1934 o Código de Águas, autorizava o proprietário de qualquer terreno a exploração dos recursos hídricos, por meio de poços ou galerias, contanto que não prejudicasse os aproveitamentos existentes, nem ocorresse a mudança do curso natural da água. Esta situação mudou com a Constituição Federal de 1988 e com as leis decorrentes, onde a água foi considerada como bem de domínio dos Estados, o que também possibilitou o gerenciamento da reserva hídrica subterrânea (HIRATA, 2008).

2.2.3. Ciclo Hidrológico

O ciclo hidrológico conforme representado na Figura 13, corresponde à circulação da água entre a superfície terrestre e a Atmosfera, está ligado ao movimento e a troca de água nos seus diferentes estados físicos, que ocorre na Hidrosfera, entre os oceanos, as calotas de gelo, fluindo na superfície, em subsuperfície e na atmosfera (KARMANN, 2008). Este fenômeno pode ser acompanhado através da precipitação meteórica, podendo ocorrer em duas fases, a líquida representada pela condensação de gotículas de vapor de água, formando as nuvens, dando origem a chuva ou chuveiro e a fase sólida, cuja precipitação ocorre por neve ou granizo (KARMANN, 2008).

Este movimento da água é provocado pela ação do Sol, que fornece a energia para aquecer depósitos de água e elevar a água no estado gasoso até ocorrer condensação na atmosfera e o retorno da mesma para a superfície terrestre em forma de neve ou chuva.

Parte dessa precipitação soma-se ao vapor de água formado sobre o solo, e aquele liberado pela atividade biológica dos diferentes organismos, principalmente plantas, através da respiração denominada evapotranspiração, em que a transpiração depende diretamente da vegetação (KARMANN, 2008). Durante o processo de precipitação a percolação da água no solo é quem alimenta os lençóis freáticos, cujos abastecimentos dependem exclusivamente de todo o processo do ciclo hidrológico em seus estados físicos (KARMANN, 2008).

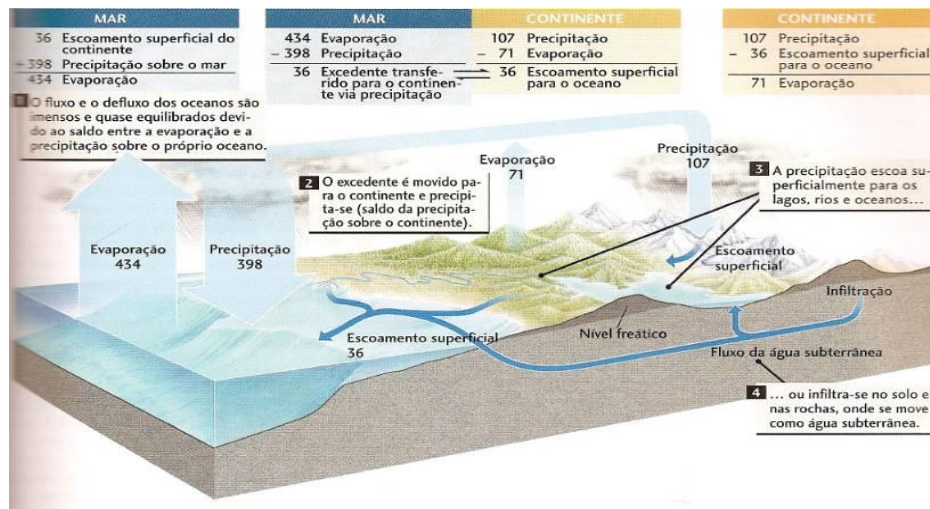


Figura 13 - Ciclo Hidrológico.

Fonte: KARMANN, I. In: Decifrando a Terra. 2008.

Em regiões florestadas, uma parcela da precipitação pode ser retida sobre folhas e caules, sofrendo evaporação posteriormente, processo denominado de interceptação. Durante o movimento das folhas pela ação do vento parte da água retida é absorvida pelo solo, a interceptação, portanto diminui o impacto da chuva sobre o solo, reduzindo sua ação erosiva. Após a água atingir o solo dois caminhos podem ser seguidos, o primeiro é pela infiltração que depende principalmente das características do material de cobertura da superfície, é o responsável pelos abastecimentos subterrâneos. A segunda possibilidade ocorre quando a capacidade de absorção da água pela superfície é superada e o excesso de água inicia um escoamento superficial, impulsionado pela gravidade para as zonas mais baixas, direcionando o escoamento para os córregos e rios, constituindo a rede de drenagem (KARMANN, 2008).

Comparado a uma máquina de reciclagem, o ciclo hidrológico opera processos tantos de transferência entre os reservatórios como de transformação entre os estados líquido (água), gasoso (vapor d'água) e sólido (gelo). Processos de consumo e formação de água interferem neste ciclo, através do tempo geológico, mantendo o volume geral de água constante no Sistema Terra (KARMANN, 2008).

2.2.3.1. Água Subterrânea

Água subterrânea é toda água existente nos vazios em formações rochosas ou nos solos, ocorre em sua maior parte em até 750m de profundidade. O armazenamento e o volume da água subterrânea são controlados pela fração de água que sofre infiltração pelo subsolo através da força gravitacional e as características dos materiais presentes. O processo mais importante na recarga de água subterrânea é a infiltração das águas das chuvas, seu volume e velocidade estão relacionados a vários fatores (KARMANN, 2008; PERONI, 2003).

Dentre os fatores positivos que favorecem a infiltração estão a presença de materiais porosos e permeáveis, como solos e sedimentos arenosos e rochas fraturadas ou porosas. Materiais argilosos e rochas cristalinas pouco fraturadas, corpos ígneos plutônicos e rochas metamórficas como granitos e gnaisses são fatores negativos que dificultam a infiltração da água. As densas coberturas de solo cumprem um importante papel no controle da infiltração, retendo temporariamente parte de infiltração para a rocha subjacente.

A quantidade de água retida pelo solo depende da capacidade de campo, que corresponde ao volume de água absorvida pelo solo, antes de atingir a saturação, e que não sofre movimento para níveis inferiores. Este fenômeno influencia diretamente a infiltração, pois representa um volume de água que compartilha com o solo, porém, não abastece a recarga da água subterrânea, sendo aproveitada somente pela vegetação (KARMANN, 2008).

Em áreas vegetadas as raízes contribuem para a infiltração, porém em áreas florestadas a infiltração é desfavorável pela interceptação, que é o processo de água liberada para o solo em forma de gotejamento, por outro lado em áreas densamente florestadas grande parte da precipitação interceptada evapora antes mesmo de atingir o solo.

A precipitação é o principal mecanismo para o abastecimento dos recursos subterrâneos. As chuvas regularmente distribuídas sobre o solo auxiliam para uma maior absorção, enquanto que as chuvas rápidas apenas favorecem para o escoamento superficial, outra contribuição vem dos declives acentuados que favorecem o escoamento superficial direto, enquanto que superfícies suavemente onduladas diminuem a velocidade deste escoamento, acrescentado a probabilidade de infiltração.

Outros fatores desfavoráveis ao abastecimento do recurso hídrico subterrâneo são a urbanização e as devastações da vegetação nos grandes centros causados pelas construções e as pavimentações, e são responsáveis pelas grandes catástrofes e redução de água subterrânea. Nas áreas rurais, os desmatamentos, as exposições das vertentes para o manejo de plantação, o

pisoteamento de animais como criação de gado bovino, favorecem apenas o escoamento superficial e erosões (KARMANN, 2008).

2.2.3.2. Fluxos e Reservatórios

É possível ver a água fluindo nos rios superficiais, nos lagos e oceanos. Porém é difícil observar as enormes quantidades de água armazenada na atmosfera e no subsolo e os procedimentos pelos quais ela flui para esses locais de armazenamento e sua distribuição. A água evaporada desaparece na atmosfera como vapor, e a água da chuva infiltrada no subsolo torna-se subterrânea, água armazenada sob a superfície terrestre. Reservatório é cada lugar onde a água é armazenada.

Os principais reservatórios naturais de água na terra são os oceanos e o gelo polar, os aquíferos, os lagos e os rios, a atmosfera e a biosfera. A quantidade de água nos rios e lagos são consideradas pequenas, porém são esses reservatórios um dos grandes responsáveis pelo abastecimento da população humana por conterem água doce. A quantidade de água no subsolo é cem vezes maior que aquela dos rios e lagos, mas a maior parte não é utilizável por conter grandes quantidades de material dissolvido (COLERIDGE, 2006).

O fluxo de água subterrânea depende não só da força gravitacional como também da diferença de pressão entre dois pontos, exercida pela coluna de água sobrejacente aos pontos e pelas rochas adjacentes. Esta diferença de pressão é chamada de potencial da água (potencial hidráulico) e promove o movimento da água subterrânea de pontos com alto potencial, como nas cristas do nível freático, para zonas de baixo potencial, como em fundo de vales. Esta pressão exercida pela coluna de água pode causar fluxos ascendentes da água subterrânea, contrariando a gravidade, como no caso de porções profundas abaixo de cristas, onde a água tende a subir para zonas de baixo potencial, junto a leitos de rios e lagos (KARMANN, 2008).

2.2.3.3. Distribuição e Movimento da Água no Subsolo

Além da força gravitacional e características dos solos, sedimentos e rochas onde se encontra os aquíferos, a movimentação da água também é controlada pela força da atração molecular e tensão superficial (KARMANN, 2008). A atração molecular atua quando moléculas de água são presas na superfície de argilominerais por atração de cargas opostas,

pois a molécula de água é polar. Este fenômeno ocorre principalmente nos primeiros metros de profundidade.

A tensão superficial ocorre nas fendas muito pequenas, onde a água fica presa na parede dos poros podendo ter movimento ascendente, contra a gravidade por capilaridade. A adsorção de água em argilominerais e nos capilares dificulta seu movimento nas proximidades da superfície, reduzindo sua evaporação e infiltração (KARMANN, 2008).

Assim, conforme o tamanho do poro a água pode ser adsorvida, capilar quando sofre ação da tensão superficial movendo-se lentamente ou pela força da gravidade em poros maiores, que permitem movimento mais rápido.

O limite da percolação é dado quando todos os espaços abertos em direção à superfície são preenchidos através do represamento dessa água, este processo ocorre devido às camadas de pilhas de rochas que não admitem espaços entre elas, e que, portanto, conforme a profundidade ocorre a diminuição entre estes espaços ou poros. Representado na Figura 14 o preenchimento de todos esses poros é denominado zona saturada ou freática, acima desse nível os poros preenchidos por água contém ar, e definem a zona não saturada chamada também de vadosa ou zona de aeração, o nível freático é o principal limite entre essas duas zonas (KARMANN, 2008).

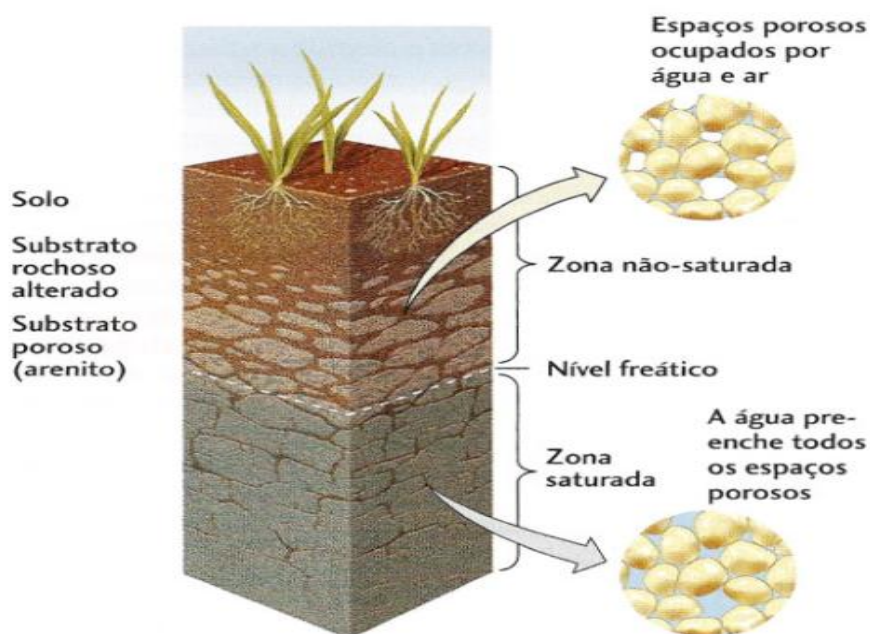


Figura - 14 - Esquema de representação da zona saturada e zona não saturada.
Fonte: Coleridge, S. T. In. Para entender a terra. 2006.

O nível freático acompanha as irregularidades da superfície do terreno, sendo visualizados através de poços, com diferentes profundidades em uma mesma região, em áreas

úmidas com alta pluviosidade tendem a ser mais rasos, enquanto que em áreas áridas tendem a ser mais profundo. Conforme mostra Figura 15 o nível freático tem uma íntima relação com os rios. Quando a água do rio é alimentada pela água do nível freático e a sua vazão aumenta a jusante é chamado de efluente, ao contrario o rio que não é abastecido pelo nível freático e sim pelo escoamento superficial e sua vazão a jusante diminui, esse rio é chamado influente (KARMANN, 2008). Os rios também podem ser Perenes quando contém água o ano inteiro, Intermitentes quando possuem água somente em períodos chuvosos e Efêmeros quando contem água somente durante o período de chuva ou imediatamente após (KOBİYAMA 2008).

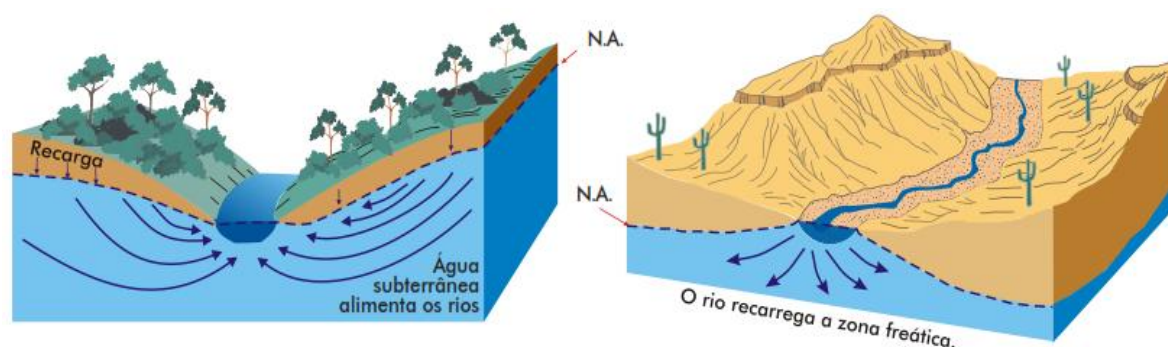


Figura 15 - Rios efluentes e influentes conforme a posição do nível freático em relação ao vale.
Fonte: KARMANN, I. In. Decifrando a Terra. 2008.

2.2.3.4. Porosidade

A propriedade física definida pela relação entre o volume de poros e volume total de certo material é a porosidade. Existem dois tipos fundamentais de porosidade nos materiais terrestre, primária e secundária.

A porosidade primária é gerada juntamente com o sedimento ou rocha, sendo caracterizada nas rochas sedimentares. A porosidade secundária se desenvolve após a formação das rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares, por fraturas ou falhas durante sua formação (KARMANN, 2008).

2.2.3.5. Permeabilidade

A permeabilidade é o principal fator que determina o fluxo de água ou a absorção da água através dos poros, dependendo unicamente do tamanho dos poros e da conexão entre eles. O tamanho desses poros varia de acordo com cada tipo de solo ou sedimento, portanto,

quanto maior a porosidade, a permeabilidade, o tamanho das partículas e a quantidade de fissuras, maior será a capacidade de infiltração (KARMANN, 2008).

Um dos fatores importante para a procura de um reservatório de água subterrânea é a abundancia de porosidade e permeabilidade. Porosidade para que grande quantidade de água possa ser retida pela rocha, e alta permeabilidade para que a água possa ser bombeada com mais facilidade. Na Figura 16 a porosidade e a permeabilidade de vários tipos de rochas e a sua conexão são bem exemplificados (COLERIDGE, 2006).

2.2.3.6. Condutividade Hidráulica e a Lei de Darcy

A função da lei de Darcy é determinar o fluxo da água subterrânea numa certa região, pela condutividade hidráulica medida em laboratório ou, ao contrário, medindo a velocidade média do fluxo. A velocidade da percolação da água subterrânea também pode ser medida através do uso de traçadores, como corantes inofensivos à saúde e ao ambiente.

A velocidade do fluxo é a distância entre os pontos sobre o tempo de percurso, medido através de um corante que é injetado na zona saturada de um poço, medindo-se o tempo de percurso deste, até outro poço ou uma nascente. O movimento da água subterrânea é muito lento quando comparado ao escoamento superficial (KARMANN, 2008).

Materiais permeáveis como areia mal selecionada, a velocidade varia entre 0,5 e 15 cm/dia, em cascalhos bem selecionados sem cimentação chega a atingir 100m/dia, em granitos e gnaisses pouco fraturados chega a atingir algumas dezenas de centímetros por ano. No caso de basaltos muito fraturados, registram-se velocidades de até 100m/dia. Os registros de fluxos mais rápidos são registrados em calcários com condutos (cársticos), com máximos de 1.000m/h (KARMANN, 2008).

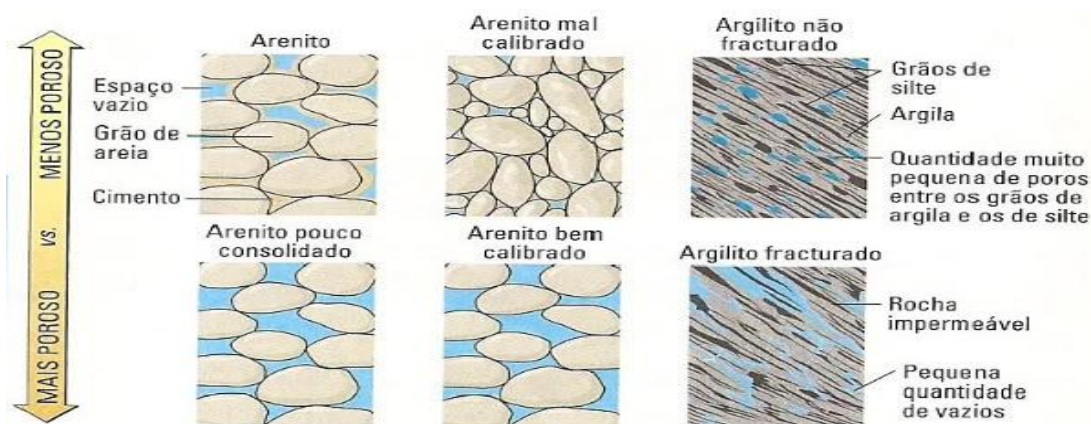


Figura 16 - Tipos de poros e rochas permeáveis e impermeáveis.
Fonte: Coleridge, S. T. In. Para entender a terra. 2006

2.2.4. Aquíferos: Reservatórios de Águas Subterrâneas

O aquífero é constituído por rochas permeáveis, que armazena água em seus poros ou fraturas. A água subterrânea flui sobre aquíferos confinados e não confinados. A água em aquíferos confinados é percolada através de camadas de permeabilidade mais ou menos uniforme, tanto em áreas de descarga como de recarga (Figura 17).

A altura da superfície freática corresponde ao nível do reservatório em um aquífero não confinado. Muitos aquíferos permeáveis, característicos de arenitos são unidos acima e abaixo por camadas de baixa permeabilidade, como folhetos. Essas camadas com baixa permeabilidade retribuem aos aquícludes, que dificultam a percolação da água subterrânea, ou o faz muito vagorosamente. Quando os aquícludes se situam sobrepostos e sotopostos a um aquífero, é formado um aquífero confinado (COLERIDGE, 2006).

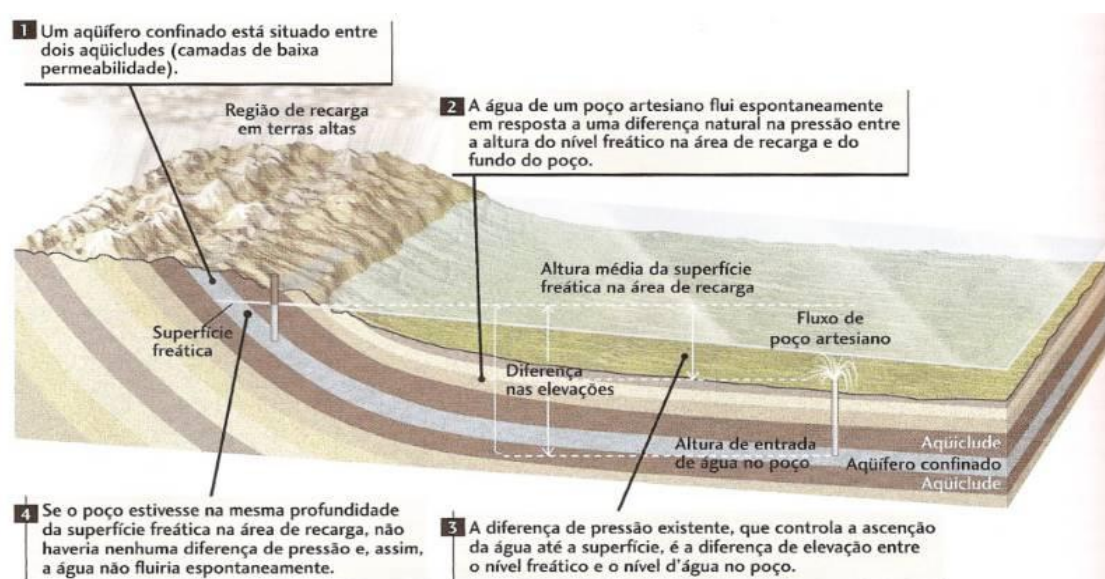


Figura 17 - Aquífero confinado (situado entre dois aquícludes).

Fonte: Coleridge, S. T. In. Para entender a terra. 2006.

As camadas impermeáveis sobrepostas a um aquífero confinado evitam que a água da chuva se infiltre diretamente e, assim, os aquíferos confinados são recarregados pela precipitação, em locais frequentemente caracterizados por rochas aflorantes em regiões com maiores altitudes e morfologicamente elevadas. Nestes locais as águas da chuva se infiltram no solo porque não existem aquícludes impedindo a percolação. A água num aquífero confinado se encontra sob pressão. Em qualquer ponto do aquífero, a pressão se equivale ao peso de toda água do aquífero que se encontra acima dele esquema muito bem representado

pela Figura 17. Se a elevação da superfície do solo, onde se perfura um poço num aquífero confinado, for menor que o nível freático da área de recarga, então a água fluirá espontaneamente acima da boca do poço. Este tipo de poço, chamado artesiano não necessita de energia para bombear a água até a superfície, pela própria pressão a água é elevada acima (COLERIDGE, 2006).

2.2.4.1. Aquíferos e Tipos de Porosidade

São identificados três tipos de porosidade em aquíferos, porosidade granular, de fraturas e de condutos. Os aquíferos de porosidade granular se encontram no regolito e em rochas sedimentares clásticas com porosidade primária. Os aquíferos de fraturas geralmente são formados em consequência de deformação tectônica, na qual processos de dobramento e falhamento geram sistemas de fraturas, posteriormente sofrem aberturas submilimétricas a milimétricas, permitindo assim a entrada de água, pela expansão da rocha devido ao alívio da carga litostática causado pelo soergimento regional e erosão das rochas subjacentes. Aquíferos de condutos caracterizam-se pela porosidade cárstica, formada por uma rede de condutos, com diâmetros milimétricos a métricos, gerados pela dissolução de rochas carbonáticas. Constituem aquíferos com grande volumes de água, porém com grande vulnerabilidade à contaminação, pela sua baixa capacidade de filtração (KARMANN, 2008).

2.2.4.2. Aquíferos Livres, Suspensos e Confinados

Os aquíferos livres possuem seus topos delimitados pelo nível freático, estando em contato com a atmosfera. Normalmente possuem profundidades de alguns metros a poucas dezenas de metros da superfície, associados aos regolitos, sedimentos de coberturas ou rochas. Os aquíferos suspensos são acumulações de água sobre aquíferos na zona insaturada, formando níveis lentiformes de aquíferos livres acima do lençol freático principal. Aquíferos confinados ocorrem quando um estrato permeável está confinado entre duas unidades pouco permeáveis ou impermeáveis. Representam situações mais profundas, a dezenas, centenas ou até milhares de metros de profundidade. Nestas profundidades a água se encontra sob ação da pressão não somente atmosférica, mas também de toda coluna de água localizada no estrato permeável (KARMANN, 2008).

2.2.4.3 Artesianismo

Os aquíferos confinados em algumas situações geológicas dão origem ao fenômeno do artesianismo, responsáveis por poços jorrastes, conhecidos como poços artesianos. A água infiltra no aquífero confinado em direção à profundidade crescente, onde sofre a pressão hidrostática crescente na coluna de água entre a zona de recarga e um ponto de profundidade. A pressão hidrostática é responsável pela a água que sobe quando um poço atinge esse aquífero, a água é jorrada naturalmente sem o auxílio de uma bomba. O aquífero ao ser perfurado pelo poço permite a elevação da água pelo princípio dos vasos comunicantes, e a água jorra na tentativa de atingir a altura da zona de recarga (Figura 18). O nível potenciométrico corresponde à altura do nível da água no poço. A superfície potenciométrica da água é o conjunto de vários níveis potenciométricos (KARMANN, 2008).

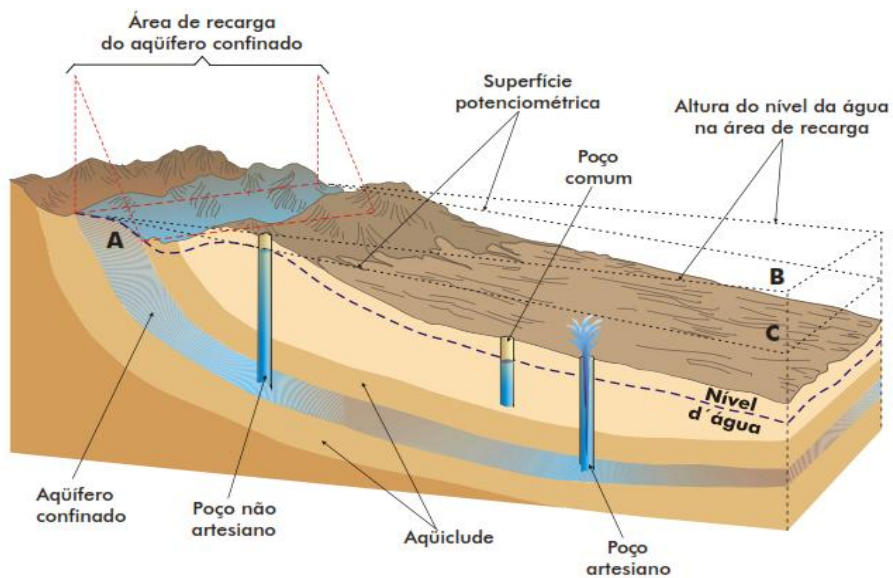


Figura 18 - Aquífero confinado, superfície potenciométrica e artesianismo.

Fonte: Coleridge, S. T. In. Para entender a terra. 2006.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

O poço tem uma profundidade total de 13m, e sua circunferência é de 95 cm (Figura 19). A qualidade da água aparentemente é boa, com uma cor clara, não tendo análise da qualidade, a empresa responsável pelo abastecimento de água no Município é a SANESUL, não se responsabiliza pelas análises de água em poços tanto urbanos quanto rurais, ficando essas análises por responsabilidade dos proprietários que contam com uma empresa privada no Município de Campo Grande - MS. No entanto devido ao custo elevado da análise muitos proprietários de poços não fazem análise na água, inclusive o proprietário da área estudada.

Inicialmente foram feitas revisões bibliográficas a fim de se obter conhecimento sobre os impactos causados pelo cultivo de eucalipto aos recursos hídricos subterrâneos, com base em literatura científica nacional. Também foi realizada a caracterização física e socioambiental da área estudada com bases nas descrições bibliográficas disponíveis nas bibliotecas e banco de artigos e teses da internet.



Figura 19 - Poço utilizado para medição do nível de água subterrânea situada em meio à plantação de eucalipto.

Concomitantemente foram coletados dados morfométricos do poço com o objetivo de dimensionar a sua circunferência, volume e vazão (Figura 20). O nível de água do poço

existente na área de estudo foi medido com frequência semanal por um período de 7 meses, entre janeiro a julho de 2012. A coleta foi realizada neste período com o objetivo de obter dados entre as estações de chuvas e estiagem. Para a coleta de dados do poço foram utilizados os seguintes materiais: inicialmente foi utilizada uma corda de nylon com um peso de metal afixado em uma das pontas, a medição se fazia com a imersão na água do poço pelo lado em que estava o peso e após a sua retirada do poço, (Figura 21). Era medida a marca que a água deixava, porém este método se mostrou errôneo, pois apresentava discrepâncias nas medições realizadas.



Figura 20 - Cenas do trabalho de campo durante a realização da tomada de medidas do nível de água do poço analisado.

Após a coleta de dados do mês de janeiro, e identificado os resultados contraditórios o método foi substituído por uma régua de madeira com graduações de 10 em 10 centímetros com destaque a cada metro, e com uma corda de nylon amarrada na haste que permitia que a mesma atingisse o fundo do poço (Figura 21). O lançamento da régua no poço permitiu realizar a medida linear do segmento molhado na régua, correspondente ao nível de água existente no momento da coleta.

Durante o período da coleta de dados em campo, foram coletados os dados sobre a precipitação pluviométrica ocorrida *in loco*. A medida foi tomada pelo morador residente no local, que usou como técnica um pluviômetro instalado em poste de madeira localizado em uma cerca com distância de 15 m de qualquer obstáculo, para que não houvesse nenhuma intervenção externa aos dados de precipitação.

A partir dos dados coletados, foram analisadas as possíveis alterações no nível da água, nos dias anteriores e posteriores a precipitação pluviométrica.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

As atividades de campo realizadas entre janeiro e julho de 2012 permitiram obter diferentes informações sobre o comportamento do nível de água subterrânea a partir do poço analisado. As coletas realizadas abrangeram parcialmente o período chuvoso, entre janeiro e março, e início do período de estiagem, entre os meses de maio e julho.

Inicialmente, os dados do nível de água do poço coletados no mês de janeiro foram descartados. A razão desta decisão pauta-se na identificação de problemas com a metodologia adotada, pois os resultados obtidos foram pouco confiáveis e até mesmo incoerentes. No primeiro momento as medidas de nível da água do poço foram tomadas com o auxílio de uma corda graduada (em centímetros) com um peso na ponta (Figura 21). Uma vez lançada a corda no poço o peso atingia o fundo e não permitia sensivelmente identificar o toque do peso ao fundo do poço. Esta situação provocava erroneamente o lançamento de mais corda na água e com isso resultavam valores errados nas medidas de profundidade do nível de água do poço.



Figura 21 – Cena do trabalho de campo com a utilização de corda graduada. Método utilizado inicialmente.

No sentido de corrigir a metodologia, a corda foi substituída por uma haste de madeira com três metros de comprimento (graduada com espaço de 10 em 10 cm entre cada marcação com destaque a cada metro). As medidas subsequentes foram tomadas pela identificação da marca do nível da água pela marca da área molhada da haste de madeira. Como a profundidade do poço é de treze metros, o restante da profundidade necessária foi completado com uma corda amarrada à haste da madeira (Figura 22).



Figura 22 – Fotografia do poço analisado. As setas indicam a haste de madeira utilizada para realização das medidas do nível de água.

Após efetuar correções na metodologia supracitada foi possível observar ao longo de 6 meses (entre fevereiro e julho de 2012) diferentes níveis de água no interior do poço (Quadro 1 e 2 Figuras 23 e 26). Neste período também foi possível analisar e comparar diferentes índices pluviométricos apresentados no (Quadro 1 e 2, e Figuras 24 e 25).

Foram realizadas 34 medidas do nível de água poço. As medições foram realizadas em momentos anteriores e posteriores a extração de água na propriedade. A extração da água ocorreu de acordo com as necessidades diárias do consumo local distribuído entre a irrigação de horta, dessedentação dos animais e consumo humano.

De acordo com os dados de precipitação e nível de água do poço (Figura 23 e 24) é possível indicar que a precipitação teve notável relação com o abastecimento do lençol freático e conseqüentemente na variação do nível de água do poço.

Conforme as características climáticas da área estudada, as típicas e rápidas chuvas de verão muitas vezes não abrangem extensas áreas. Nesse contexto, no mês de março poucas precipitações atingiram a área estudada, fato este que pode representar o não abastecimento do lençol freático local. Em consequência ao período com pouca precipitação ocorreu o rebaixamento do nível da água do poço para uma média de 0,70m. Somado ao fato da estiagem, foi relatado pelo proprietário da área de estudo que houve uso desmedido de água na propriedade local, ou seja, houve uma superexploração da água deste poço. Fato este que somado a estiagem pode também ser um dos fatores que colaborou para o rebaixamento do nível de água durante o mês de março.

NÍVEL DE ÁGUA DO POÇO EM METROS (OS DIAS APONTAM AS MEDIÇÕES REALIZADAS)						
DIA	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1						
2	2,95		1,69			1,40
3					1,22	
4			1,95	1,20		
5		0,72				
6						1,40
7	2,95				1,38	
8						
9						
10	2,15		0,63			
11				1,22		1,28
12		0,70				
13					1,32	
14	0,70					
15		0,70				
16				1,18		
17						
18	0,70		0,67	1,20	1,42	1,22
19		0,72				
20						
21	0,78					
22					1,68	
23						
24						
25			0,59			1,28
26		0,68				
27					1,38	
28						
29	0,78			0,99		
30			0,82			
31						1,20

Quadro 1 - Os dados coletados em campo apresentam os níveis de água no poço nos dias de medições.

PRECIPITAÇÃO EM MILÍMETROS (OS DIAS APONTAM AS MEDIÇÕES REALIZADAS)						
DIA	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul
1						
2	41					
3						
4					29,5	
5					15	
6					52,5	
7	35					28
8						
9	43					
10				37,5		
11						
12						
13			11			
14						
15	11	13,5	47			
16						
17						
18						
19			30		51	
20					27	
21			10		13	
22	45					
23	35			39,5		
24						
25			9			
26			14			
27						
28		21	31			
29						
30			23			
31						

Quadro 2 - Volume de precipitação coletados nos dias em que ocorreram entre os meses de fevereiro a julho.

O mês de fevereiro compreende o período em que houve registro de maior nível no poço, com 2,95m de coluna de água, período em que foi registrado a maior precipitação com um total de 210 mm.

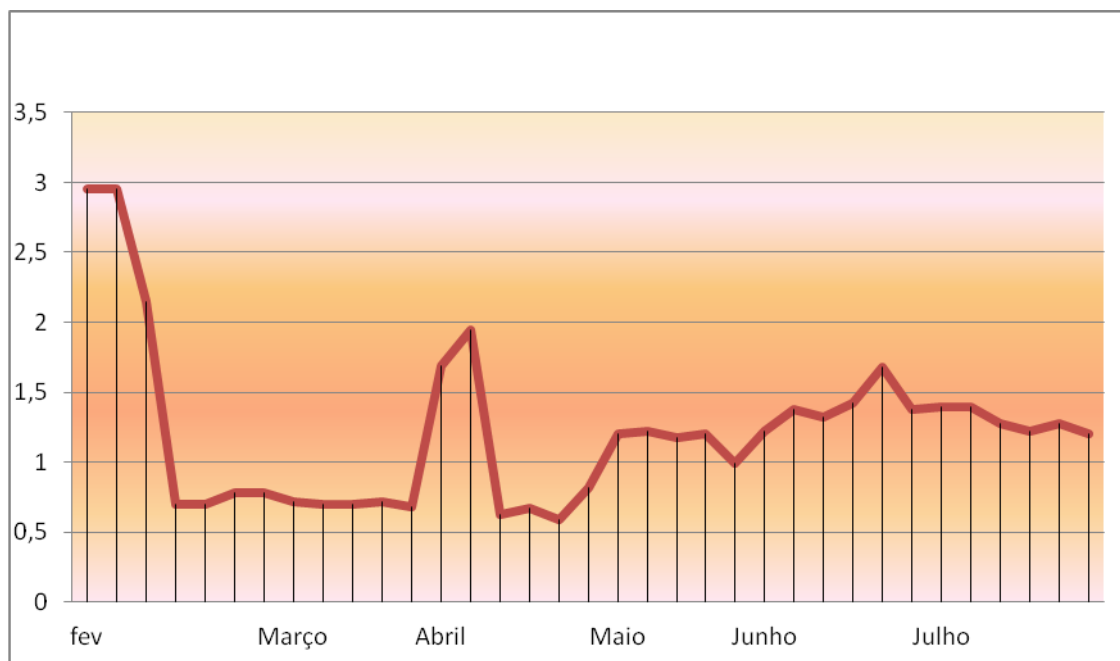


Figura 23 - Gráfico da variação do nível de água do poço entre os meses de fevereiro a julho de 2012.

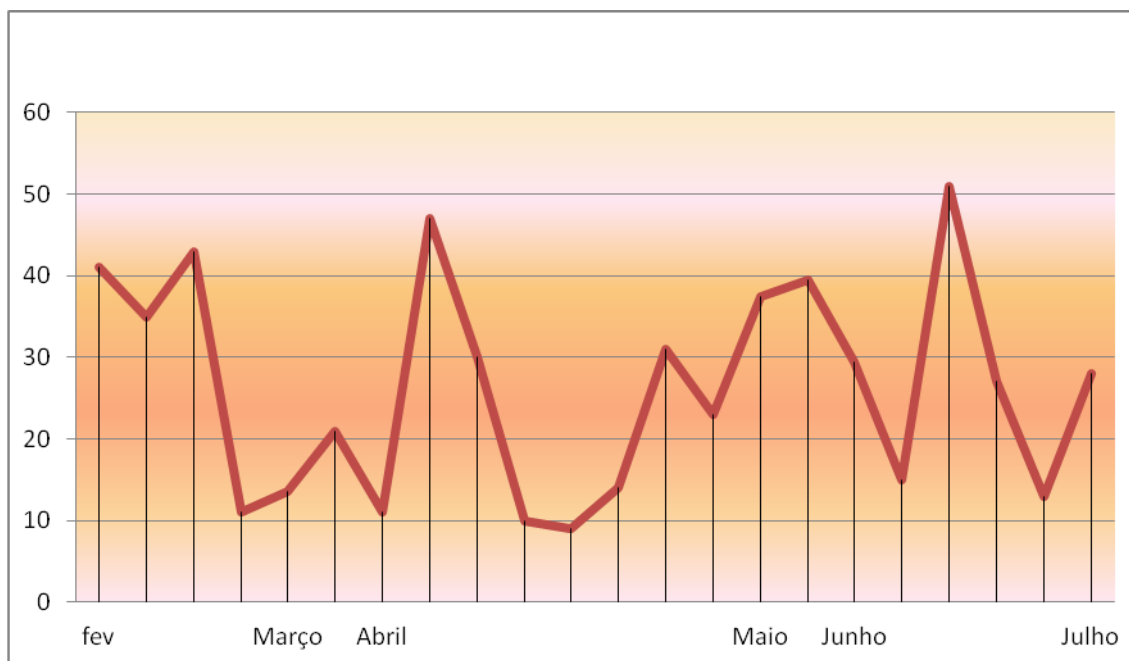


Figura 24 - Gráfico com índice pluviométrico entre os dias de precipitação durante os meses de fevereiro a julho.

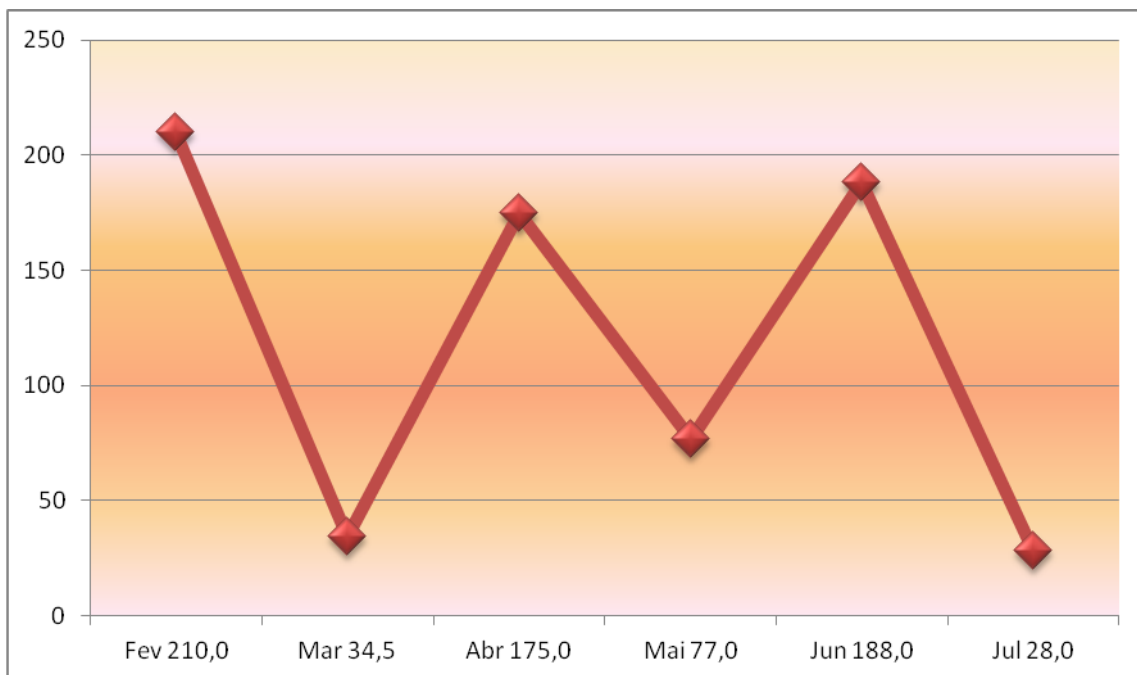


Figura 25 - Gráfico com total de precipitação acumulados entre os meses de fevereiro a julho.

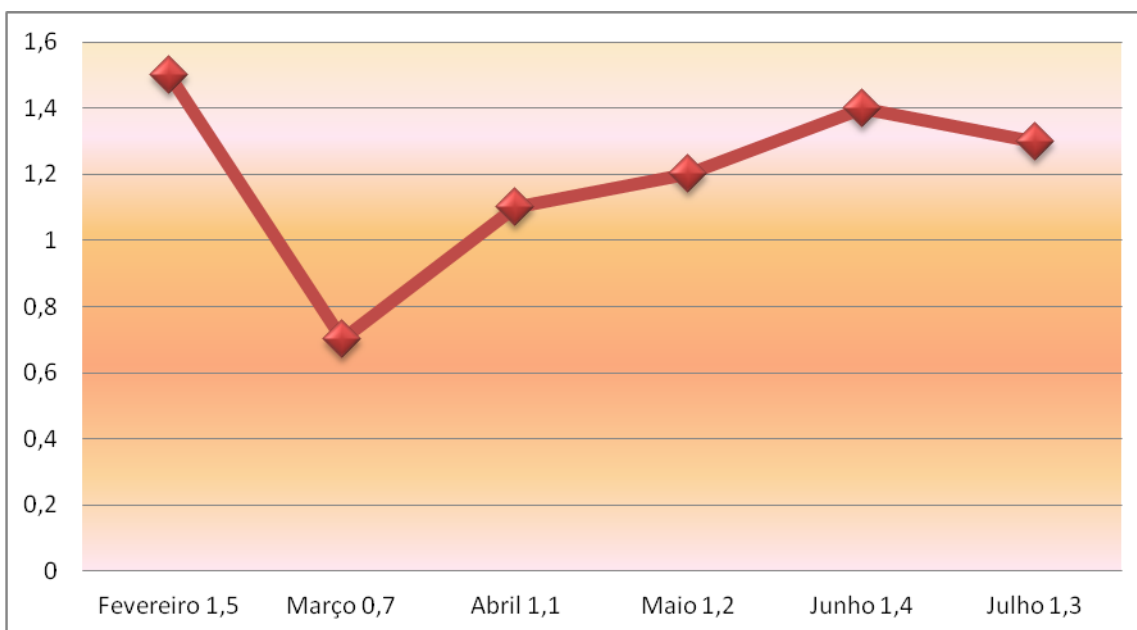


Figura 26 - Gráfico com média mensal do nível de água do poço entre os meses de fevereiro a julho.

Uma das questões observadas na propriedade é o mau uso da água, relatado pelo proprietário Sr. João Dias da Silva. Segundo o Sr. Silva, o fato dele não residir na propriedade, muitas vezes a extração da água é feita pelo caseiro que segundo ele, não tem responsabilidade e cuidados necessários para com a quantidade de água extraída no local. O proprietário revelou em conversa informal que a extração da água ocorre de forma

descontrolada e relata ainda que muitas vezes a bomba de água do poço é esquecida ligada, o que provocou várias vezes o esgotamento total da água do poço. Apesar do Sr. Silva residir na área urbana, o mesmo se desloca diariamente para verificar as atividades em sua propriedade e cuidar das plantações e animais existentes.

A partir de meados de abril, após constatação da extração desmedida da água durante a coleta de dados, houve uma orientação para que o Sr. Silva tomasse maiores cuidados com o problema, bem como os danos que poderiam causar ao abastecimento do poço a médio e longo prazo, uma vez que existindo a continuidade da extração de forma desordenada o poço poderia chegar ao esgotamento total.

O Sr. Silva orientou o morador local sobre a importância e cuidados necessários para o bom aproveitamento do recurso hídrico. Como consequência houve um maior cuidado com a água do poço, que resultou na elevação do nível de água no poço a partir do mês de maio conforme pode ser observado nas (Figuras 25 e 26).

O mês de abril apresentou um índice pluviométrico de 1.75 mm, (Figura 25) com o nível médio de água no poço de 1,1m (Figura 26), porém como o mês anterior apresentou um índice menor de precipitação, o abastecimento do lençol freático neste mês foi lento. Segundo a Lei de Darcy, ao analisar o movimento de água no nível freático em poços e nascentes após eventos de precipitação, constata-se que o processo de recarga é lento. Caso o processo de percolação das águas pluviais fosse um fenômeno rápido, após alguns dias um poço comum secaria (CARMANN, 2008).

No mês de maio houve uma redução na precipitação cujo valor acumulado foi de 77 mm. No entanto no mesmo período houve um aumento no nível médio de água no poço para 1,2m (Figura 26). Dois fatores podem explicar este processo: primeiro, decorrente da Lei de Darcy entende-se que o lento processo de percolação da água pelo solo permitiu a continuidade no abastecimento do lençol freático durante o mês de maio; o segundo fator pode ser relacionado ao controle na extração da água após a conscientização do proprietário e do caseiro do local.

No mês de junho o total acumulado de precipitação foi de 1,88mm e o nível de água de 1,4m. Comparado ao mês de julho em que foi registrado apenas uma precipitação com valor total de 28 mm, e o nível médio da coluna de água no poço de 1,3 m, é bastante evidente que o processo de percolação é lento e que os cuidados que foram tomados em relação ao uso da água na propriedade possibilitaram a manutenção do nível médio de água para exploração local.

A hipótese inicial levantada pelo proprietário (relatada na introdução deste trabalho) de que a plantação de eucalipto estaria afetando o nível freático local, foi um dos fatores que motivou esta pesquisa. Após as medições e análises dos dados pode-se entender que tal hipótese é refutável, haja visto que o mesmo se fundamentou em controvérsias e mitos de que as espécies de eucalipto cultivadas no Brasil são capazes de exaurir recursos hídricos subsuperficiais rasos.

Os dados deste trabalho comprovaram que o abastecimento do lençol freático ocorreu de forma natural, ou seja, a plantação não prejudicou o abastecimento. Portanto os dados coletados revelaram que na área estudada o eucalipto não interfere no armazenamento de água,

Segundo Mora e Garcia (2000) o eucalipto é capaz de auxiliar em vários fatores do meio ambiente, entre eles: a redução de gás carbônico (CO₂) da atmosfera, no solo o eucalipto protege contra os processos erosivos, aumentando a permeabilidade e a taxa de infiltração de águas pluviais.

Pelo fato da plantação estar localizada a montante do local em que o poço foi construído, ou seja, em cota topográfica superior, e caso houvesse realmente uma influência do cultivo de eucalipto na redução do nível de água no freático, existiria no local um poço seco. No entanto os dados obtidos revelaram que o processo de percolação da água e o abastecimento do lençol freático local estão ocorrendo normalmente, fato que corrobora a afirmação de Mora e Garcia (2000) cujas plantas existentes potencializam a permeabilidade e a porosidade do solo e o processo de percolação perdura.

Através de depoimento informal o vizinho da propriedade relatou que o poço nunca possuiu uma boa vazão de água, porém sempre foi suficiente para a demanda das atividades corriqueiras na propriedade, as preocupações surgiram quando se fez necessária uma extração maior de água. Devido ao aumento tanto na produção agrícola quanto na quantidade de animais, o nível de água no poço passou a sofrer alterações.

A profundidade total do poço é de 13m, cujo nível médio de água observado foi de 1,20m, perfazendo um total seco de 11.8m (Figura 27).

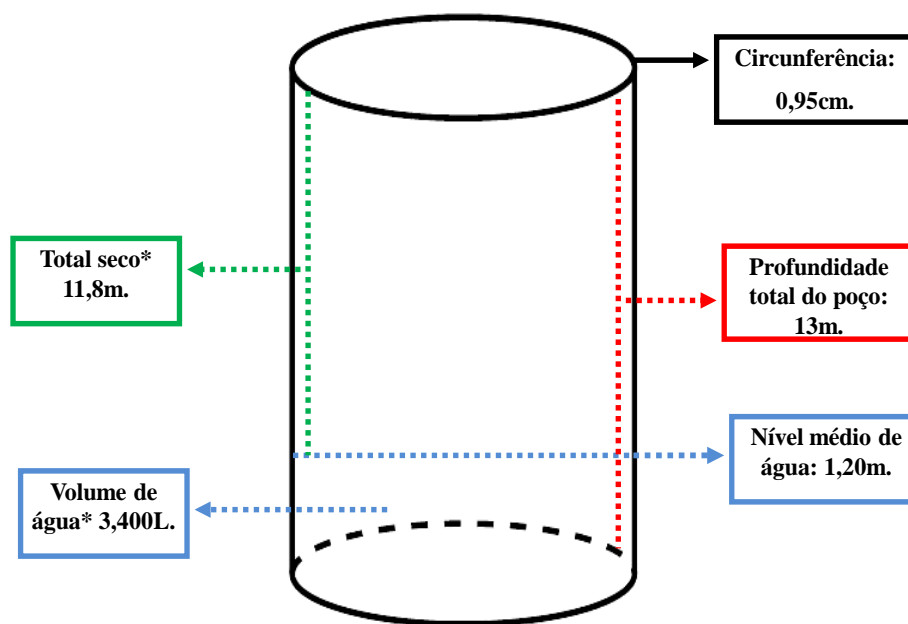


Figura 27 – Cilindro com as medidas do poço e o nível médio e volume de água. *Os valores apresentados correspondem à média observada ao longo do estudo.

Com base na fórmula de volume de cilindros ($V = \pi \cdot r^2 \cdot h$) estima-se que o volume médio de água do poço durante o período analisado foi de 3.400 litros. Este valor atesta que o nível de água observado durante o período deste estudo teve alterações momentâneas. Assim, a retirada de 3 mil litros de água no momento do plantio das árvores, conforme relatado anteriormente, revela que antes mesmo do cultivo do eucalipto na área, a disponibilidade de água no poço se mantém até os dias atuais. A identificação da causa das alterações no nível, e adoção de medidas de gerenciamento de exploração do recurso provocou o aumento do nível médio de água no poço, cujo volume atual é superior ao volume relatado para o início da plantação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo contribuiu para o avanço no conhecimento dos impactos ambientais acerca do cultivo de eucalipto no município de Jardim-MS e conhecimento da Geografia Física no tocante as alterações no regime de águas subterrâneas frente ao uso e ocupação da superfície. A hipótese levantada pelo proprietário de que a plantação de eucalipto estaria afetando o nível freático local, não foi comprovada, uma vez que durante o período analisado não ocorreu ausência de água no poço, mesmo durante o período de estiagem. Com base nos relatos do proprietário ao longo de todo o período de crescimento das árvores no local não houve ausência de água, fato este que refuta a ideia de que o eucalipto seca o solo e ou rebaixa o nível freático.

Conforme os resultados apresentados foi possível observar variações no nível de água do poço ao longo dos seis meses analisados. O poço estudado é um poço comum e a variação do nível de água foi decorrente da variação de precipitação e mau gerenciamento do uso do recurso hídrico.

As alterações críticas observados no nível de água do poço estão relacionadas a superexploração da água, pois as variações eram momentâneas e o poço sempre voltava a apresentar o nível de água anterior, fato que se controlado de forma sistêmica pelos moradores e proprietário, resultarão em um melhor aproveitamento do recurso hídrico subterrâneo e consequentemente uma melhor conservação do poço, proporcionando que os benefícios da água retirada do poço sejam mais duradouros.

Os meses entre fevereiro e julho que foram os meses que compreenderam o período de coletas de dados foram suficientes para a obtenção do resultado introdutório ao tema deste estudo. Apesar do período de seis meses ser relativamente curto para estudos hidrológicos, os resultados obtidos foram suficientes para aventar os fatores causadores de alterações no nível de água do poço analisado.

A proposta desse estudo contribuiu para o esclarecimento de dúvidas como as relatadas pelo proprietário da área de cultivo de eucalipto no município de Jardim – MS. A metodologia aplicada foi suficiente, com ressalva ao método utilizado primeiramente para coletar os dados no nível do poço, conforme já esclarecido no capítulo 4. Porém, a cada passo que adquirimos conhecimento sobre algo, novas propostas e metodologias serão

contemplados, a fim de que novos obstáculos sejam vencidos, em decorrência de maior precisão ao longo das experiências.

Diante do modelo de método utilizado, propõe-se para próximas pesquisas dessa natureza, que a coleta de dados *in loco* seja feita em um período de tempo maior, compreendendo o período mínimo de um ano hidrológico que abrange um ciclo completo entre estiagem e umidade.

Outro aspecto que deve ser observado para obtenção de resultados mais precisos envolve uma análise de médio a longo prazo, no qual a coleta de dados deve abranger um ciclo completo de evolução das espécies cultivadas, entre plantio e corte. A coleta de dados do nível de água deverá ser realizada com maior frequência. Para isso sugere-se a instalação de piezômetro, método utilizado para fazer levantamentos de alterações em níveis de água subterrâneas. Este equipamento permite o monitoramento diário da profundidade do lençol freático tendo como auxílio um dispositivo com sensor eletrônico. Com a coleta de dados de precipitação por um pluviômetro, ou uma estação meteorológica instalado no local, relaciona-se a variação do nível de água com as precipitações pluviométricas ocorridas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2011 ano base 2010**. Brasília, 2011. Disponível em: < <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>>, acessado em: 13 de fev. de 2012.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/legislacao.aspx>>, acessado em: 23 de jul. 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Contagem Populacional 2010**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>acessado em: 13 de jul. de 2012.

BUCKUP, L. **A Monocultura com Eucalipto e a Sustentabilidade**. Porto Alegre, Março, 2006. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/artigos-e-revistas/A_Monocultura_com_Eucaliptos_e_a_Sustentabilidade_.pdf>, acessado em: 12 de fev. de 2012.

CARNEIRO, R. T. **Análise serial da expressão gênica do caule de plantas de *Eucalyptus grandis* com 6 meses de idade**. Piracicaba, 2007. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/...31072007.../RafaelCarneiro.pdf>, acessado em: 27 de fev. de 2012.

CHAEBO, G. et al. **Silvicultura em Mato Grosso do Sul: Desafios e Perspectivas a Formulação de Arranjo produtivo Local**. In: 48º Congresso Sober Sociedade brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural. UFMS. Campo Grande – MS, 2010. Disponível em: <<http://www.sober.org.br/palestra/15/1156.pdf>>, acessado em: 29 de jan. de 2012.

COLERIDGE, S. T. **O Ciclo Hidrológico e a Água Subterrânea**. In. Para entender a terra. Editora Bookman, 4ª edição, 2006.

EMBRAPA FLORESTAS. **Sistemas de Produção**, 4ISSN 1678-8281 Versão Eletrônica Ago./2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto>>, acessado em: 17 de mar. de 2012.

FACCO, A. G. **Modelagem do Balanço Hídrico em Microbacia Hidrográfica com Plantio de Eucalipto**. Viçosa, Minas Gerais – Brasil, 2008. Disponível em: <http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/23/TDE-2009-07-27T111826Z-1892/Publico/texto%20completo.pdf>, acessado em: 23 de mai. de 2012.

GOMES, A. S. & CLAVICO, E. **Propriedades Físicas-Químicas da Água**. Universidade Federal Fluminense. Departamento de Biologia Marinha. 2005. Disponível em: <<http://www.uff.br/ecosed/PropriedadesH2O.pdf>>, acessado em: 03 de mai. de 2012.

HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. **Plantio de Eucalipto na Pequena Propriedade Rural**. In. Embrapa Florestas. Documento 54, ISSN 1517-536X. Curitiba, 2000. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc54.pdf>>, acessado em: 21 de jan. de 2012.

HIRATA, R. **Recurso Hídrico**. In. Decifrando a Terra. Companhia editora nacional, São Paulo: 2008, cap. 20.

IMAGEM DA ÁREA ESTUDADA. Adaptado do Google Earth, 2012 - Digital Globe, Cnes/Spot Image – obtida em 26 de julho de 2012.

KARMANN, I. **Ciclo da água. Água subterrânea e sua ação geológica**. In: Decifrando a Terra. Companhia editora nacional, São Paulo: 2008, cap. 07.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORNESUIL, C. W. **Recursos Hídricos e Saneamento**. Ed. Organic Tranding. Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Projetos/TCC/Recursos_Hidricos_e_Saneamento_Versao_digital.pdf>, acessado em: 15 de mai. de 2012.

LACERDA FILHO J. W. et al., 2006. **Geologia e Recursos Minerais do Estado de Mato Grosso do Sul**. Programa Integração, Atualização e Difusão de Dados de Geologia do Brasil. Convênio CPRM/SICME-MS, MME, 121 p.

LIMA, H. et al. **Impacte da Cultura de Eucaliptos sobre os Recursos Hídricos Subterrâneos da Serra da Ossa**. In: 4.º Congresso da Água. - [S. I.]: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 1998.

MAPA RODOVIÁRIO DE MATO GROSSO DO SUL. Disponível em: <<http://www1.dnit.gov.br/rodovias/mapas/index.htm>>, acessado em: 03 de set. de 2012.

MILANI, E. J. et al. (2007) **Bacia do Paraná**. IN: Cartas Estratigráficas. Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 265-287, mai/Nov. 2007.

MINEROPAR, 2009. **Recursos Minerais, Grupo São Bento**. Disponível em: <<http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=9>> Acesso em: 01 de nov. de 2012

MORA, A. L. & GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.ipef.br/publicacoes/a_cultura_do_eucalipto_no_Brasil/>, acessado em: 05 abr. de 2012.

OLIVEIRA, M, D.; FERREIRA. C. J. BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 54. **Estudos Limnológicos para Monitoramento da Bacia Hidrológica do Rio Miranda, Pantanal Sul**. ISSN 1517-1981; Embrapa. Corumbá, MS, dezembro, 2003.

PERONI, R. **ÁREA3 – Geologia Física**. Aula 16. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia de Minas. Geologia de Engenharia 1. Julho, 2003. Disponível em: <http://www.lapes.ufrgs.br/discipl_grad/geologia1/peroni/apostilas/16aguas_subter_2003.pdf> acessado em: 19 jun. de 2012.

RENDEIRO, N. P. **Levantamento de conhecimento de baixa intensidade dos solos do município de Jardim estado de Mato Grosso do Sul.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, 129. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2007. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/bpd_129_levantamento_jardim.pdf>, acessado em: 05 de jan. de 2012.

REVISÃO E COMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR PARTICIPATIVO DO MUNICÍPIO DE JARDIM – Produto 2 – **Relatório da Leitura da Realidade do Município.** TECHNUM Consultoria SS. Maio de 2011. Disponível em:http://www.vadesign.com.br/plano_diretor/produto/JD_Produto_2_LeiREVISADO23maio.pdf Acesso em: 31 de out. de 2012.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Organizadores). **Inundações urbanas na América do Sul.** Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 2003. Disponível em:<<http://www.eclac.cl/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/InBr02803.pdf>>, acessado em: 23 de mar. de 2012.

VITAL, M. H. F. **Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto.** In Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 14, N. 28, P. 235-276, Dez. 2007. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/rev2808.pdf>, acessado em: 11 de abr. de 2012.

WHITEHEAD & BEADLE. In: LIMA, W. P. **Impacto Ambiental das florestas Plantadas.** Departamento de Ciências Florestais. Edusp, 1993. Disponível em:<<http://www.cpann.embrapa.br/agrobioenergia/palestras/IMPACTO%20AMBIENTAL%20DAS%20FLORESTAS%20PLANTADAS%20.PDF>>, acessado em: 9 de abr. de 2012.