

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS**  
**ENGENHARIA AMBIENTAL**

**VANIO FAQUIN**

**IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS POÇOS  
COMUNITÁRIOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO  
MEIO RURAL DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA, PARANÁ**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**MEDIANEIRA**

**2015**

**VANIO FAQUIN**

**IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS POÇOS  
COMUNITÁRIOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO  
MEIO RURAL DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA, PARANÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental, do Departamento de Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Me. Eduardo Borges Lied

**MEDIANEIRA**

**2015**



---

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS POÇOS COMUNITÁRIOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MEIO RURAL DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA, PARANÁ**

por

**VANIO FAQUIN**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 15:50h do dia 23 de novembro de 2015, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Prof. Me. Eduardo Borges Lied  
Orientador

---

Prof. Me. Elias Lira dos Santos Junior  
Membro titular

---

Profa. Me. Renata Ruaro  
Membro titular

Dedico este trabalho aos meus pais que  
me amam como eu sou.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Deus pelo o dom da vida.

Aos meus orientadores Prof. Me. Eduardo Lied e Prof. Me. Elias Lira dos Santos Júnior pela oportunidade de desenvolver o presente trabalho.

À colega Thaís Helena Leite Nogueira pelo apoio e colaboração direta para a realização deste trabalho. E à minha família pelo apoio e incentivo.

*“Que os vossos esforços desafiem as  
impossibilidades, lembrai-vos de que as  
grandes coisas do homem foram  
conquistadas do que parecia impossível”.*  
(Charles Spencer Chaplin)

## RESUMO

FAQUIN, Vanio. **IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS POÇOS COMUNITÁRIOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO MEIO RURAL DO MUNICÍPIO DE MEDIANEIRA, PARANÁ.** 2015. 64. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2015.

Poços tubulares de captação de água subterrânea são fontes de abastecimento comumente utilizadas nas zonas rurais, ou outras localidades na qual seja inviável o alcance das redes de distribuição. Desta forma o objetivo do presente trabalho foi identificar e caracterizar os poços comunitários de captação de água subterrânea no meio rural do município de Medianeira, Paraná. A coleta de dados ocorreu por meio de um questionário e de imagens de satélite em 21 poços de uso comunitário da zona rural do município. Sendo que para a análise dos mesmos procedeu-se o registro e discussão das informações cadastrais dos poços, análise do uso da água e caracterização do uso e cobertura do solo a fim de identificar possíveis fontes de contaminação dos poços. Com base nos resultados levantados pode-se constatar que 43% dos poços pertencem a Bacia do Rio Ocoi. O principal uso da água diagnosticado é o uso doméstico, seguido de animal, lazer e irrigação. O uso e cobertura do solo apresentou-se crítica, visto que a zona de proteção microbiológica, perímetro indicado exclusivamente para proteção, era ocupada principalmente por pastagem. Quanto ao cadastramento realizado, destaca-se a falta de um sistema de tratamento na maioria dos poços. De maneira geral a presente pesquisa mostrou a vulnerabilidade dos poços e da saúde de seus usuários.

**Palavras-Chave:** Águas Subterrâneas. Abastecimento. Poços.

## ABSTRACT

Faquin, Vanio. **IDENTIFICATION OF WELLS AND CHARACTERIZATION GROUNDWATER CATCHMENT COMMUNITY IN RURAL AREAS OF THE MUNICIPALITY MEDIANEIRA, PARANÁ.** 2015. 64. Job Completion of course (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Medianeira 2015.

Wells groundwater catchment are supply sources commonly used in rural areas or other places in which the reach of distribution networks is not feasible. Thus, the aim of this study was to identify and characterize the community wells underground water harvesting in rural areas of the municipality of Medianeira, Parana. Data collection occurred through a satellite imagery and questionnaire on 21 community use well the rural municipality. Since for an analysis of them proceeded to the discussion of registration and registration information of the wells, water use analysis and characterization of use and land cover one to identify possible sources of contamination of the wells. Based on the collected results can be seen that 43% of the wells belonging to River basin Ocoí. The main use of water is diagnosed the household, followed by animal, recreation and irrigation. The use and ground cover had become critical, since a microbiological protection zone, perimeter indicated exclusively paragraph protection, was occupied mainly by grazing. As for the registration done, there is the lack of a treatment system in most wells. Generally, a Gift research has shown a vulnerability of the wells and the health of its members.

**Keywords:** Groundwater. Supply. Wells.



## LISTRA DE FIGURAS

Figura 1 – Comportamento Hidráulico dos Aquíferos .....	18
Figura 2 – Distribuição de Água no Solo .....	19
Figura 3 – Bacias Hidrogeológicas do Brasil .....	22
Figura 4 – Unidades Aquíferas no Paraná .....	23
Figura 5 – Localização do Município de Medianeira – PR .....	32
Figura 6 – Perímetros de Avaliação .....	36
Figura 7 – Classes de Uso e Cobertura do Solo .....	36
Figura 8 – Localização dos Poços Comunitários na Zona Rural do Município de Medianeira .....	37
Figura 9 – Usos Preditivos da Água nos Poços Comunitários .....	38
Figura 10 - Mapa da Profundidade dos Poços .....	40
Figura 11 – Tratamento de Água nos Poços Comunitários na Zona Rural .....	45
Figura 12 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica (A, B, C, D, E, F, G, H e I) .....	51
Figura 13 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica (J, K, L, M, N, O e P) .....	52
Figura 14 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica (Q e R) .....	53
Figura 15 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica (S, T e U) .....	53
Figura 16 – Zona de Inspeção Sanitária .....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Formação Geológica e Aquífero .....	17
Quadro 2 – Classificação dos Aquíferos .....	18
Quadro 3 – Tipos de Aquíferos .....	20
Quadro 4 – Classificação das Águas Subterrâneas .....	27
Quadro 5 – Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos .....	28
Quadro 6 – Localização dos Poços Comunitários de Captação da Água Subterrânea .....	33
Quadro 7 – Usos da Água Subterrânea .....	35
Quadro 8 – Delimitação das Áreas de Proteção das Fontes de Abastecimento de Água Subterrânea .....	35
Quadro 9 – Regime de Funcionamento pelo Uso da Água .....	44
Quadro 10 – Monitoramento da Água Subterrânea dos Poços Comunitários .....	46
Quadro 11 – Plano de Amostragem para Mananciais Subterrâneos de Abastecimento Humano .....	47
Quadro 12 – Fatores Econômicos dos Poços Comunitários da Zona Rural do Município de Medianeira .....	48
Quadro 13 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica .....	50

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Usos da Água nos Poços Comunitários no Município de Medianeira ....	39
Gráfico 2 – Profundidade dos Poços Comunitários .....	41
Gráfico 3 – Número de Ligações pelo Uso da Água por Poço .....	42
Gráfico 4 – Regime de Funcionamento pelo Uso da Água por Poço .....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos Poços Comunitários de Acordo com as Microbacias do Município de Medianeira .....	38
Tabela 2 – Distribuição dos Poços Comunitários de Acordo com os Usos Permitidos e as Microbacias do Município de Medianeira .....	39
Tabela 3 – Número de Ligações de Acordo com os Usos da Água Subterrânea .....	41
Tabela 4 – Volume Captado nos Poços de Acordo com os Usos da Água .....	43
Tabela 5 – Uso e Cobertura do Solo .....	49

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
ABASS	Associação Brasileira de Águas Subterrânea
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CNARH	Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAC	Solução Coletiva de Abastecimento de Água
SAI	Solução Individual de Abastecimento de Água
IPARDES	Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
G1	Grupo 1
G2	Grupo 2
G3	Grupo 3
G4	Grupo 4
LACEN	Laboratório Central do Estado do Paraná
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas

## SÚMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
1.1 OBJETIVO GERAL .....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	17
2.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEA .....	17
2.1.1 Distribuições da Água no Subsolo .....	19
2.1.2 Tipos de Aquífero .....	20
2.1.3 Funções dos Aquíferos .....	21
2.1.4 Bacias Hidrogeológicas .....	21
2.1.5 Sistema Aquífero Serra Geral .....	22
2.2 ASPECTOS DE QUALIDADE .....	23
2.3 GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS .....	25
2.3.1 Legislações .....	25
2.3.2 Cadastramentos dos Usuários .....	28
2.4 USOS MÚLTIPLOS DA ÁGUA .....	29
2.4.1 Usos Consuntivos .....	29
2.4.1.1 Sistema de abastecimento .....	30
2.4.2 Usos Não Consuntivos .....	30
<b>3. METODOLOGIA</b> .....	32
3.1 ÁREAS DE ESTUDO .....	32
3.2 POPULAÇÕES ESTUDADAS .....	33
3.3 COLETA E AQUISIÇÃO DOS DADOS .....	33
3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS .....	34
3.4.1 Usos da Água .....	34
3.4.2 Cadastramento dos Poços .....	34
3.4.3 Identificação das Possíveis Fontes de Contaminação .....	35
<b>4. RESULTADOS</b> .....	37
4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL .....	37
4.2 USOS DA ÁGUA .....	38
4.3 CADASTRAMENTO DOS POÇOS .....	39
4.3.1 Profundidade .....	39
4.3.2 Número de Ligações .....	40
4.3.3 Volume .....	41
4.3.4 Regime de Funcionamento .....	43
4.3.5 Tratamento .....	44
4.3.6 Aspectos Econômicos .....	47
4.4 POSSÍVEIS FONTES DE POLUIÇÃO .....	49
4.4.1 Zona de Proteção Microbiológica .....	50
4.4.2 Zona de Inspeção Sanitária .....	54
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	56
<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO</b> .....	62
<b>APÊNDICE B – CADASTRAMENTO DOS POÇOS</b> .....	64

## 1. INTRODUÇÃO

O homem, como ser vivo heterotrófico, depende de três elementos fundamentais: o alimento, o ar e a água. Dentre esses elementos vitais a água não se encontra distribuída uniformemente como o ar e não pode ser fabricada como os alimentos, gerando assim no homem uma tendência de se estabelecer próximo aos cursos d'água.

É crescente a preocupação com a qualidade e quantidade de água subterrânea para consumo. Com a escassez de água já ocorrendo em alguns lugares do planeta, o homem está sendo obrigado a considerar a importância do uso racional e do tratamento adequado que se deve ter para as águas, principalmente as destinadas para o consumo humano, por ser veículo para microrganismos e contaminantes.

As águas subterrâneas constituem-se em um recurso hídrico amplamente utilizado como alternativa para o abastecimento. Estas águas são pouco visíveis, pois encontram-se confinadas em aquíferos e devido a isso acredita-se que seja mais resistente às ações antrópicas.

De fato, as águas subterrâneas são menos sujeitas aos riscos de poluição que as águas superficiais. No entanto, a sua contaminação também pode ser feita de modo silencioso e por um tempo que pode tornar esse processo irreversível.

O diagnóstico e o planejamento são ferramentas importantes para a gestão dos recursos hídricos garantindo o múltiplos usos da água. Além desses fatores devem-se considerar as características do local e consumo.

A identificação e caracterização dos múltiplos usos da água subterrânea abordados na fase do diagnóstico são instrumentos para dar suporte as estratégias, ações preventivas e políticas de uso, proteção e conservação do recurso hídrico subterrâneo.

A Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) define em seus fundamentos que a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar os múltiplos usos da água.

Neste contexto o levantamento de informações acerca dos sistemas de abastecimento de águas subterrâneas de comunidades rurais permite identificar oportunidades de melhoria no gerenciamento de recursos hídricos a nível municipal.

## 1.1.OBJETIVO GERAL

Identificar e caracterizar os poços comunitários de captação de água subterrânea no meio rural do município de Medianeira, Paraná.

## 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a distribuição espacial dos poços na cidade de acordo com as bacias do Município;
- Identificar os múltiplos usos da água subterrânea captada pelos poços comunitários da zona rural;
- Levantar as características poços de captação de água subterrânea de uso comunitário no meio rural do Município de Medianeira, verificando a adequação dos mesmos frente a Política Nacional de Recursos Hídricos no que tange aos seus princípios e fundamentos em relação à outorga, cobrança e monitoramento;
- Identificar os custos relativos a manutenção e operação dos poços comunitários.
- Identificar e caracterizar possíveis fontes de contaminação das águas subterrâneas no meio rural do Município de Medianeira, delimitando as zonas de proteção de cada poço;



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEA

A água subterrânea ocorre em materiais rochosos consolidados, e em materiais desagregados não consolidados. Qualquer tipo de rocha, sedimentar, ígnea ou metamórficas sendo consolidadas ou não pode construir um aquífero, basta apresentar as características de porosidade e permeabilidade. A maior predominância de água subterrânea ocorre em rochas sedimentares cerca de 95% do total, porem apenas 5% da crosta terrestre é constituído por rochas sedimentares (TSUTIYA, 2006).

A água subterrânea faz parte do ciclo hidrológico, sendo a fração da precipitação que infiltra nos solos. Água subterrânea é toda a água que está abaixo da superfície da Terra preenchendo os poros ou vazios das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactadas, ela é essencial para a manutenção da umidade do solo, fluxos dos rios, lagos e brejos (ABAS, 2015).

Cerca de 29,9% de toda a água doce encontrada em nosso planeta, é caracterizada como água subterrânea, essa porcentagem é 100 vezes maior que a disponibilidade de água encontrada nos rios e lagos (REBOUÇAS, 2007).

O Quadro 1 mostra as características de cada tipo de rocha em relação a formação dos aquíferos.

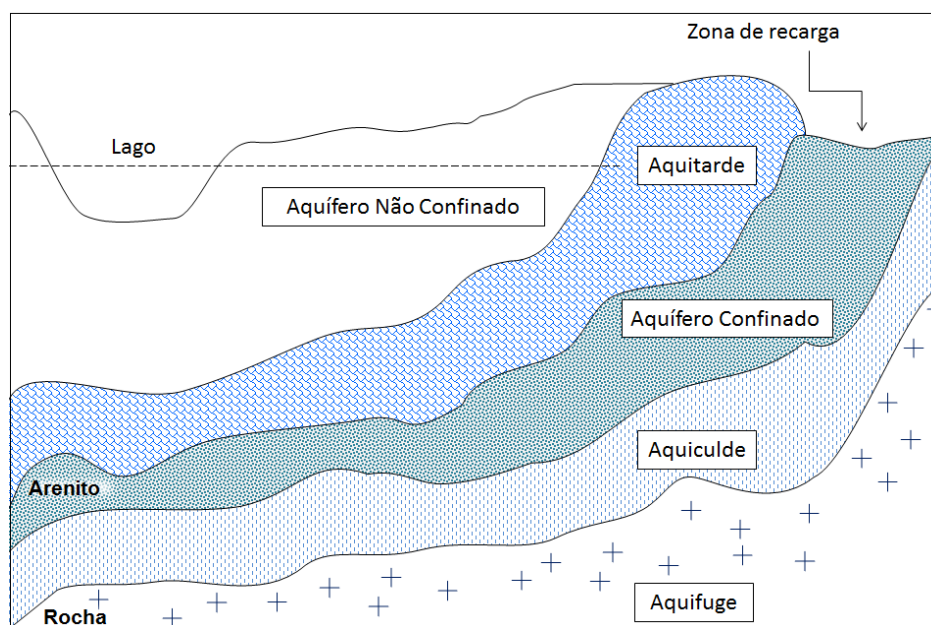
<b>Tipos de Rochas</b>	<b>Características</b>
Sedimentares	Constituem os melhores e mais amplos aquíferos existentes e são representados pelos arenitos e cascalhos, os quais possuem uma grande variedade de dimensões, granulometrias e graus de compactação.
Ígneas	Constituem bons aquíferos, enquanto os granitos podem fornecer pequenas quantidades de água, quando possuem fissuras na sua parte superior provenientes de material desgastados que constituem o manto de intemperismo.
Metamórficas	Constituem aquíferos pobres formados por rearranjos provocados por altas pressões e temperatura. Á água obtida se dá por meios de fendas e fraturas.

**Quadro 1 – Formação Geológica e Aquífero**  
**Fonte: TSUTIYA, 2006**

Os sedimentos ou rochas podem ser classificadas em quatro classes principais, aquíferas, aquíferas, aquíferas, aquíferas e aquíferas ilustrados na Figura 1, essas classificações são atribuídas conforme as propriedades de estocagem (porosidade específica) e de fluxo ou transporte (permeabilidade ou condutividade hidráulica), descritos no Quadro 2 (REBOUÇAS; FEITOSA; DEMÉTRIO, 2006).

Classificação dos aquíferos	Características	Litologia
Aquífero	Meio rochoso que tem capacidade de armazenar e liberar água, isto é, que possui porosidade e permeabilidade	Arenito
Aquíferas	Meio rochoso que armazena água, porém a libera muito lentamente, isto é, possui porosidade e permeabilidade baixas.	Arenito com matriz argilosa
Aquíferas	Meio rochoso que embora possa armazenar água, não a libera, isto é, possui porosidade mas é impermeável.	Argila
Aquíferas	Meio que não armazena nem libera a água, isto é, não possui nem porosidade nem permeabilidade	Rocha cristalina sem fraturas

**Quadro 2 – Classificação dos Aquíferos**  
**Fonte: COSTA FILHO, 2013**



**Figura 1 – Comportamento Hidráulico dos Aquíferos**  
**Fonte: TSUTIYA, 2006**

### 2.1.1 Distribuições da Água no Subsolo

Nas regiões próximas a superfície da terra os poros contêm água e ar, essa região é chamada de zona de aeração. As espessuras dessas zonas são variadas, dependendo das características de cada região. Em regiões úmidas essas espessuras são próximas a zero e em regiões áridas apresentam algumas centenas de metros. A água das zonas de aeração não pode ser considerada como uma fonte de água, pois estão presas as partículas do solo por forças capilares impedindo sua captação (VESILIND; MORGAM, 2010).

Abaixo da zona de aeração se encontra a zona saturada, ou água subterrânea onde os poros estão cheios de água. As camadas que apresentam uma quantidade substancial de água são chamadas de aquíferos e a superfícies desses aquíferos são chamados de lençol freático (Figura 2) (VESILIND; MORGAM, 2010).

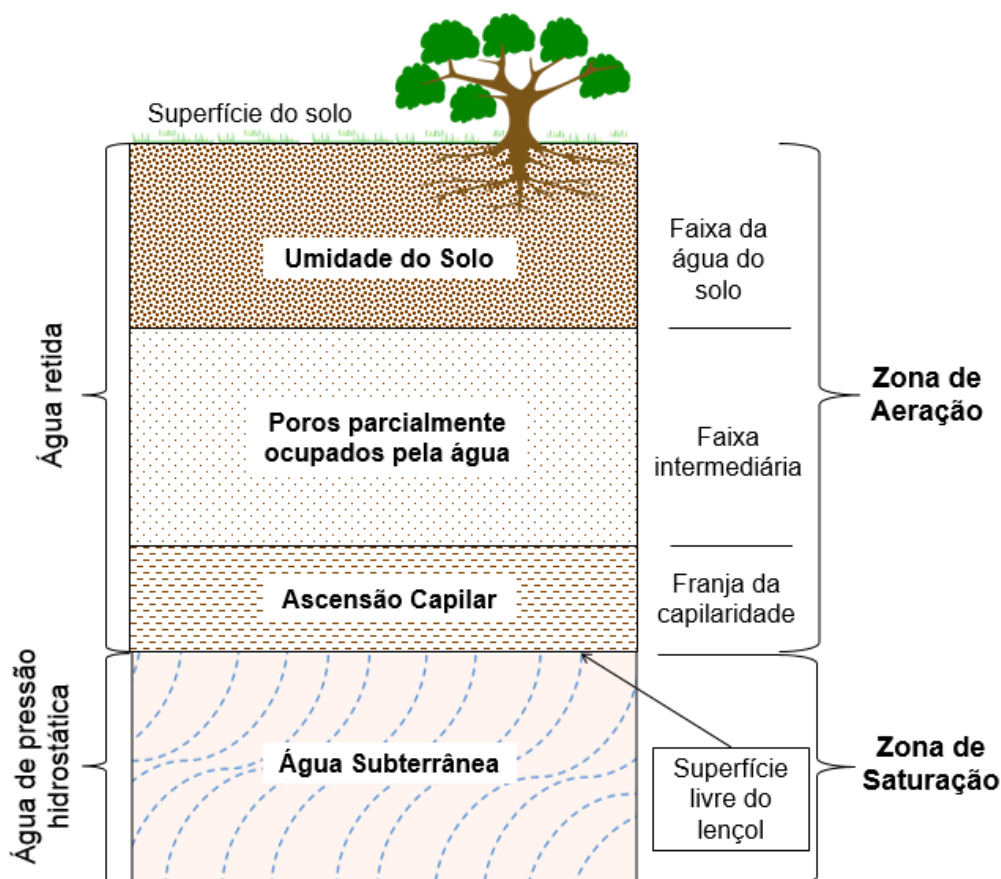


Figura 2 - Distribuição da Água no Solo  
Fonte: TSUTIYA, 2006.

### 2.1.2 Tipos de Aquífero

O termo aquífero se designa a uma camada ou formação geológica que apresenta os maiores valores de porosidade específica e permeabilidade, essas camadas armazenam a água subterrânea, na qual se movimenta entre os poros pela ação de uma diferença de potencial gravitacional (REBOUÇAS; FEITOSA; DEMÉTRIO, 2006).

Os aquíferos podem ser classificados conforme a porosidade da rocha de armazenamento em granular, fissural e cárstico. As rochas sedimentares são formadas por grãos minerais, quando a água percola e permanece temporariamente retida nos espaçamentos entre os grãos, a porosidade é classificada como granular. As rochas maciças ou compactadas que não apresentam espaços livres, a porosidade é devido a fraturas, essas fraturas são oriundas dos esforços físicos que ocorrem na crosta terrestre, os aquíferos encontrados nessas rochas são denominados fissural. As rochas carbonáticas, sofrem um processo de dissolução ocasionados por águas ácidas, essa dissolução forma cavidades entre as rochas, podendo formar rios subterrâneos e cavernas, esses aquíferos são chamados de cárstico (IRITANI; EZAKI, 2012)

Os aquíferos podem ser classificados segundo a suas características hidráulicas (Quadro 3) (REBOUÇAS; FEITOSA; DEMÉTRIO, 2006).

<b>Tipos de aquífero</b>	<b>Características</b>
Aquífero Livre	Primeira camada poroso e permeável do perfil geológico da área considerada, onde as águas da zona saturada estão sob condições de pressão atmosféricas, ou seja, livre.
Aquífero Confinado,	Camada aquífera que está confinada entre duas outras camadas relativamente impermeáveis. A força exercida pelas camadas sobrejacentes e pela água, tornam a pressão superior a atmosféricas.
Aquífero Semiconfinado	Aquífero intermediário que ocorrem, na medida em que as camadas confinantes ou substratos são poucos espessos, descontínuos ou relativamente permeáveis, resultando num nível de afloramento ou de confinamento pouco pronunciado.
Aquífero Suspenso	Ocorre quando uma acumulação de água acima da camada do lençol freático.

**Quadro 3 - Tipos de Aquífero**  
**Fonte: REBOUÇAS; FEITOSA; DEMÉTRIO, 2006**

### 2.1.3 Funções dos Aquíferos

Segundo Rebouças (2006), através do gerenciamento integrado dos recursos hídricos, os aquíferos podem desempenhar várias funções:

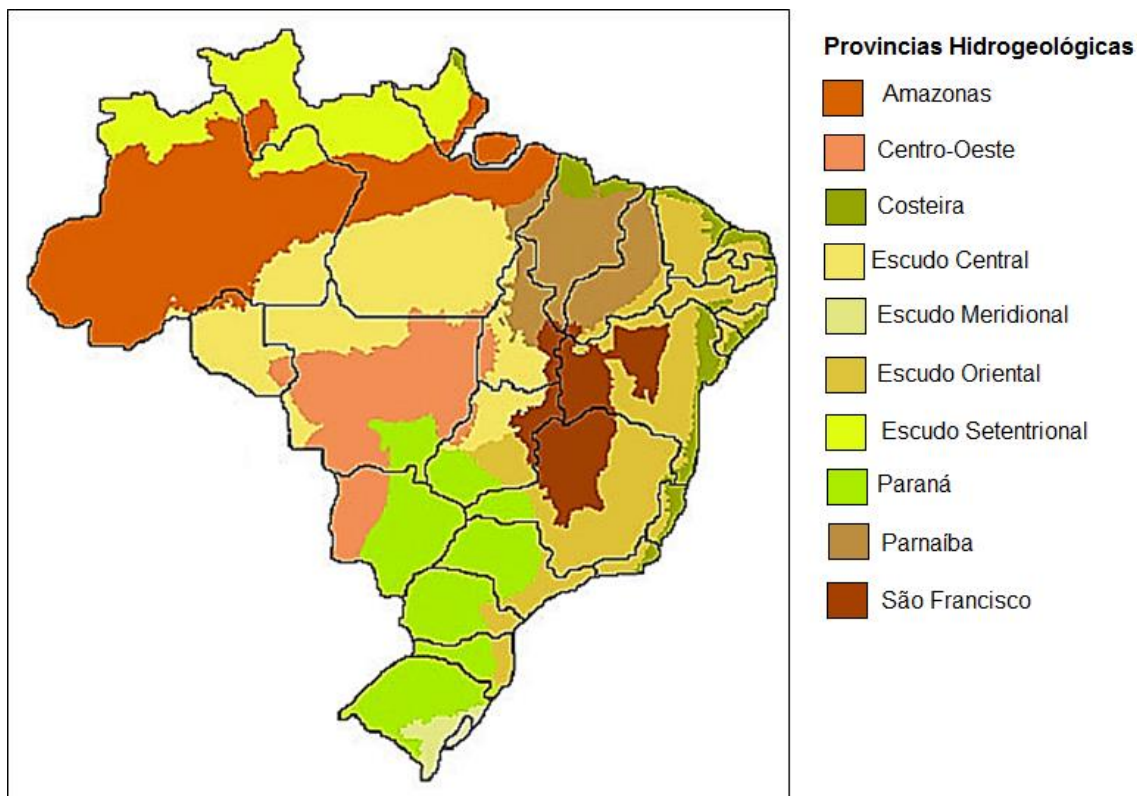
- Função Produção: corresponde a função mais tradicional dos aquíferos, no qual produz água para o abastecimento público, industrial e agrícola
- Função Ambiental: tem como função a percepção dos problemas ocasionados pelas fontes de poluição que atinge as águas subterrâneas.
- Função Transporte: o aquífero tem como função transporta água das zonas de recarga para as zonas de extração intensiva.
- Função Filtro: o aquífero tem como função filtrar as águas superficiais para reduzir custo no tratamento. Os poços são perfurados a distâncias adequadas de fontes de água superficiais como rios perenes.
- Função Estratégica: as fontes de água subterrâneas são usadas para o abastecimento público em épocas de escassez de água, principalmente as superficiais. O uso integrado da água subterrânea e superficial, é uma alternativa barata e proporciona bons resultados em termos de qualidade e quantidade.
- Função Energética: usos de águas subterrâneas aquecidas pelo gradiente geotermal natural, nos usos de processos industriais que necessitam de água quente.

### 2.1.4 Bacias Hidrogeológicas

É importante destacar ainda o conceito de Bacia hidrogeológica, que é definido como:

“Limite entre as zonas de recarga e descarga de determinado aquífero, sendo a zona de recarga considerada a partir da região onde as águas ou plumas descendentes de umidade alcançam o topo da zona saturada dos aquíferos e os exutórios os pontos ou áreas onde as águas retornam à superfície” (ARRAES; CAMPOS, 2007, p.82).

O Brasil é dividido em 10 bacias hidrogeológicas, essa divisão facilita os estudos das águas subterrâneas no país (Figura 3). As fronteiras das bacias hidrogeológicas não coincide com as fronteiras das bacias hidrográficas. Os aquíferos de cada bacia possuem similaridades entre a qualidade, armazenamento e circulação da água (MMA, 2015).



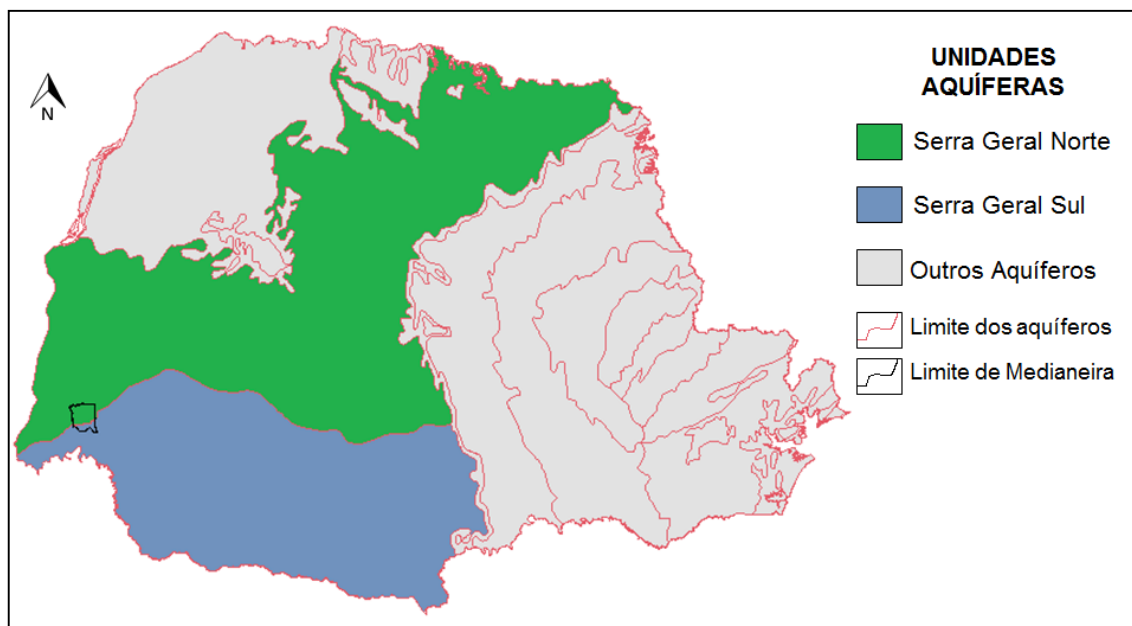
**Figura 3 – Bacias Hidreológicas do Brasil**  
**Fonte: ABAS, 2015**

Os principais aquíferos do Brasil estão localizados nas bacias sedimentares e estão distribuídos de forma homogênea no vasto território brasileiro. As suas características de vazão, armazenamento e qualidade proporcionam os múltiplos usos da água subterrânea para o abastecimento público, industrial, irrigação, turismo entre outros (ANA, 2005).

#### 2.1.5 Sistema Aquífero Serra Geral

O aquífero Serra Geral é formado por rochas impermeáveis, oriundas do derramamento de basalto da Formação Serra Geral. A água subterrânea é formada nas fraturas e falhas entres as rochas (CETESB, 2015).

O aquífero Serra Geral é dividido em duas unidades (Figura 4): Serra Geral Norte e Serra Geral Sul, sendo que os poços mais produtivos estão localizados na unidade Serra Geral Norte, apresentando uma espessura de solo maior, variando de 10 a 50 metros. A unidade Serra Geral Sul apresenta uma espessura média de solo relativamente pequena entre 0 a 10 metros, apresentando assim vazões menores que a unidade Serra Geral Norte (ÁGUAS PARANÁ, 2015).



**Figura 4 - Unidades Aquíferas do Paraná**  
**Fonte: SIAGAS, 2015**

O sistema de aquífero Serra Geral é classificado como fraturado, formando aquíferos livres, apresenta uma área de recarga de 411.855 km<sup>2</sup> e uma largura média de 150 metros. A principal demanda do aquífero é destinada ao abastecimento público (ANA, 2005).

## 2.2 ASPECTOS DE QUALIDADE

A poluição das águas é caracterizada por qualquer ação ou interferência no meio aquático, sendo estas natural ou antrópica, essas alterações podem ocasionar impactos estéticos, fisiológicos ou ecológicos. A entrada de poluentes no meio aquáticos pode ser pontual ou difusa (BRAGA et al., 2005).

Por muitos anos, acreditava-se que os contaminantes lançados no subsolo eram diluídos pelas águas dos aquíferos ou límpidos pelos processos físicos ocasionados no solo e nos aquíferos. Entretanto, uma gama de substâncias tóxicas, incluindo compostos químicos orgânicos sintéticos, metais traços e microrganismos patogênicos começaram a ser encontrados em concentrações elevadas. Com isso a preocupação com a contaminação das águas subterrâneas aumentou (MIHELICIC;

ZIMMERMAN, 2012).

As águas superficiais e subterrâneas geralmente estão interligadas pelo ciclo hidrológico. Portanto, um manancial superficial poluído, pode causar a poluição de um aquífero subterrâneo ou vice e versa (MOTA, 2006).

Os aspectos de qualidade da água subterrânea são fortemente influenciados pelo uso e ocupação da bacia hidrográfica, porém podem-se citar algumas vantagens como menor vulnerabilidade à poluição, e variações sazonais por estarem mais protegidos (LIBÂNIO, 2008).

Segundo Foster et al. (2006) as principais fontes de contaminação da água subterrânea no meio rural são:

- Atividades agrícola: lixiviação dos agroquímicos utilizados e despejo de efluente no solo para o beneficiamento da colheita;
- Atividades de pecuária: tratamento ou disposição de seus resíduos e efluentes;
- Sistemas de saneamento *in situ*: tanques e fossas sépticas utilizadas em propriedades rurais para tratamento de esgoto doméstico.

Segundo Rebouças (2006) podemos citar vantagem de ordem econômicas e ambientais com o uso das águas subterrâneas, principalmente voltadas a aspectos de qualidade da água: os mananciais de água subterrânea são naturalmente filtrados e depurada pelos mecanismos físico-bio-geoquímicos que ocorre no solo e subsolo em zonas não suturadas e por isso apresentam uma proteção maior em relação aos mananciais superficiais em relação as fontes de poluição.

Além disso aquíferos que possuem extensos reservatórios de água, a sua captação poderá ser realizada onde ocorre a demanda, reduzindo os custos de adução e obras de tratamento Os mananciais subterrâneos não sofrem processos de assoreamento, processo que reduz drasticamente o volume dos reservatórios convencionais de água (REBOUÇAS, 2006).

### 2.3 GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Segundo Boldrin e Cutrim (2011) a gestão das águas subterrâneas no Brasil tem um caráter corretivo e disciplinador, mostrando a falta de planejamento e gestão



das características do local e do consumo.

Para se obter um modelo de gestão de água subterrânea deve respeitar as características das regiões em estudos como sua política, tradições, culturas entre outras particularidades (FILHO et al., 2012)

Segundo a legislação brasileira, as práticas de gestão dos recursos hídricos devem se basear nas bacias hidrográficas como unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, além disso, a Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece que a “gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades” (BRASIL, 1997).

Entretanto, as águas subterrâneas não são limitadas pelas bacias hidrográficas, mas sim pelas bacias hidrogeológicas, dessa forma a gestão dessas águas deve estar relacionada a esses limites, para garantir a integração dos mesmos. Deve-se proceder de modo a garantir a articulação desses divisores, além das fronteiras políticas. É necessária a promoção de ajustes em todas as legislações de forma a orientar a gestão integrada (MMA, 2001).

Entre os desafios da gestão das águas subterrâneas encontram-se:

“A formulação de uma trama gerencial que congregue a articulação do tratamento legal e institucional que está disperso, a adequação dos instrumentos da Política estabelecidos com ênfase nas águas superficiais, a contextualização do gerenciamento por bacias hidrográficas e a participação cidadã nos comitês, com comprometimento sobre a questão” (HANGER et al, 2002, p.16).

### 2.3.1 Legislações

O Código de Águas Brasileiro aprovado em 1934 foi o marco para o estabelecimento de um regime jurídico sobre as águas no país. O Código dispõe sobre o aproveitamento enérgico, usos e classificação dos recursos hídricos (CETESB, 2015).

A Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa normativa legal estabelece que a água é um bem de domínio público, um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Dado a essa importância tem-se que em situações de escassez, o uso prioritário dos

recursos hídricos a ser priorizado é o consumo humano e a dessedentação de animais. Entretanto, a gestão dos recursos hídricos deve ocorrer de forma a garantir os usos múltiplos das águas.

Embora seja de domínio público, Pinto e Almeida (2007) destacam que a perfuração de poços particulares para diversos fins é significativa em todas as regiões do Brasil. Estes poços podem bombear a taxas que excedam em muito o uso sustentável, além do comprometer a disponibilidade a outros usuários, quando a taxa de captação excede a vazão outorgada.

Em seu Art. 5º, a Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece como instrumentos os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, a cobrança pelo uso de recursos hídricos, a compensação aos municípios e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

Sobre as outorgas de uso da água, a PNRH estabelece que independem de outorga o uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural (BRASIL, 1997) à esse respeito, no Paraná, a Resolução SEMA Nº 39 de 2004 dispõe sobre captações, lançamentos de efluentes, barragens de acumulação considerados insignificantes, como é o caso do uso de água subterrânea para pequenos núcleos populacionais de até 400 pessoas, em meio rural (PARANÁ, 2004).

Dentre os instrumentos da PNRH, como citado anteriormente, está o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água. O referente tema é abordado pela Resolução CONAMA Nº 396, de 2008 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas apresentado no Quadro 4.

Classe	Características
Especial	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que contribui diretamente para a recarga de corpos de água superficial enquadrados como classe especial.
Classe 1	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que não sofreram alteração na sua qualidade por atividades antrópicas e que não necessita de tratamento para o seu uso
Classe 2	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que não sofreram alteração na sua qualidade por atividades antrópicas e que necessitam de tratamento específico dependendo do uso.
Classe 3	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que sofreram alteração da qualidade por atividades antrópicas e que necessitam de tratamento específico dependendo do uso.
Classe 4	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que sofreram alterações da qualidade da água por atividades antrópicas e que o seu uso preponderante menos restritivo não necessita de tratamento.
Classe 5	Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alguma alteração da qualidade por atividades antrópicas e que o uso não tem requisito de tratamento.

**Quadro 4 - Classificação das Águas Subterrâneas**  
**Fonte: CONAMA, 2008**

A prevenção e o controle da poluição dos corpos hídricos, neste caso, se dá pelo estabelecimento dos usos e das classes de qualidade exigidas para o mesmo. O enquadramento dos corpos hídricos define a classe a ser alcançada ou mantido a ao longo do tempo. Desta forma a gestão da qualidade da água utiliza-se do enquadramento, como instrumento de planejamento, e o controle da poluição por licenciamento e fiscalização (MESTRINHO, 2012).

Portanto, o enquadramento é uma “meta ou objetivo a ser, obrigatoriamente, alcançado e, portanto, a efetivação do enquadramento ainda requer atitudes ativas” (PINTO, ALMEIDA, p.4. 2007).

Quanto aos aspectos jurídicos federais, o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, em sua Resolução N° 92, de 5 de novembro de 2008 estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro, focando nos processos de superexploração, poluição e contaminação. A normativa prevê a adoção de áreas de restrição e controle de uso de águas subterrâneas para que sejam indicadas as medidas de restrição e controle relacionadas com o uso do solo e da água subterrânea.

Além do disposto acima, outro tópico de importância sobre a referente resolução está relacionado às captações de água que apresentem indícios de superexploração, poluição ou contaminação das águas subterrâneas e a forma e

escopo do monitoramento que deve ser realizada neste tipo de situação (BRASIL, 2008).

### 2.3.2 Cadastramentos dos Usuários

As águas superficiais e subterrâneas são recursos que se caracterizam por serem bens públicos que toda pessoa física ou jurídica tem direito ao acesso e utilização, cabendo ao Poder Público a regularização das outorgas de direito de uso, de modo a preservar o uso múltiplo da água (BRASIL, 1997).

A PNRH estabelece aqueles que estão ou não sujeitos a outorga de direito de uso dos recursos hídricos (Quadro 5), com o objetivo de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL, 1997).

Situação	Tipo de Uso
Sujeitos à outorga	Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
	Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
	Lançamento em corpos hídricos de esgotos e demais resíduo líquido ou gasoso, tratado ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
	Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
	Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.
Independem de outorga	O uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural;
	As derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes;
	As acumulações de volumes de água consideradas insignificantes

**Quadro 5 – Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos**

Fonte: BRASIL, 1997

O Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) foi instituído pela Resolução Nº 317 de 26 de agosto de 2003 da Agência Nacional de Águas (ANA) para registro obrigatório de pessoas físicas e jurídicas usuárias dos recursos hídricos.

“O CNARH conterà informações sobre a vazão utilizada, local de captação, denominação e localização do curso d’água, empreendimento do usuário,

sua atividade ou a intervenção que pretende realizar, como derivação, captação e lançamento de efluentes, a serem prestadas pelos usuários de recursos hídricos, em formas e tempos a serem definidos pela ANA” (ANA,2003)

Para o CNARH os usuários a serem cadastrados são aqueles que façam uso de recursos hídricos, que dependem ou independem de outorga nos termos da Lei nº 9.433 de 1997.

O CNARH é uma ferramenta auto declaratória que permite ao usuário preencher os dados relativos ao uso de recursos hídricos, consultar e corrigir *online* as suas informações, sendo, uma ferramenta dinâmica e de fácil acesso aos usuários (PEREIRA et al., 2011).

## 2.4 USOS MULTIPLOS DA ÁGUA

Os usos dos recursos hídricos estão divididos em duas categorias. Os usos consuntivos são aqueles que retiram uma determinada quantia da disponibilidade hídrica em um determinado ponto de captação, podemos citar como exemplo os usos para o abastecimento público, industrial e irrigação. Por outro lado os usos não consuntivos são aqueles que não consomem água, porém podem apresentar modificações na característica natural do recurso hídrico, como por exemplo a construção de uma barragem (ANA, 2013)

### 2.4.1 Usos Consuntivos

A água é usada na indústria em seu processo produtivo como solvente em lavagens, processos de geração de vapor, resfriamento, higiene entre outros usos. Não existe um padrão de qualidade de água para os usos industriais, pois, cada uso específico apresenta requisitos particulares (BRAGA et al., 2005).

O abastecimento público é o uso mais prioritário, pois está ligado diretamente as necessidades básicas de sobrevivência dos seres humanos. A qualidade de vida dos seres humanos depende de uma certa demanda diária de água para o funcionamento de seu organismo, preparo dos alimentos, higiene

pessoal e de utensílios. Além do abastecimento público existem outros usos como irrigação de pequenos jardins, lavagem de pisos e veículos, para esses fins não a uma necessidade elevada da qualidade da água (BRAGA et al., 2005).

A irrigação é o uso mais intenso dos recursos hídricos, sendo responsável por 70 % do consumo total da água doce no mundo. Além disso a água utilizada na irrigação pode carrear poluentes para os corpos hídricos como fertilizantes sintéticos e agrotóxicos (BRAGA et al., 2005).

#### 2.4.1.1 Sistema de abastecimento

Segundo a Portaria nº 2.914/11 do Ministério da Saúde um sistema de abastecimento de água (SAA) é instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão (BRASIL, 2011).

Segundo o Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano uma solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano é toda a modalidade de abastecimento coletivo com rede de distribuição ou não, principalmente representados pelos poços tubulares comunitários, minas ou instalações condominiais horizontais e verticais. Também pode-se encontrar o termo Solução Coletiva de Abastecimento de Água (SAC).

Soluções individuais de abastecimento de água, ainda segundo o Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano, são todas e quaisquer alternativas de abastecimento desde que sejam individuais, ou seja, atendam a um único domicílio, também conhecidas por Solução Alternativa individual (SAI).

#### 2.4.2 Usos Não Consuntivos

A água proporciona várias formas de lazer para o homem como a prática de esportes aquáticos como a natação ou por meio de outras atividades como a

navegação e a pesca. É evidente que a água não deve possuir concentrações elevadas de substâncias tóxicas ou organismos patogênicos que causem danos à saúde das pessoas pela ingestão ou contato com a pele (BRAGA et al., 2005).

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 ÁREAS DE ESTUDO

Esse estudo foi desenvolvido no município de Medianeira, pertencente à Mesorregião do Oeste do Paraná (IPARDES, 2013) (Figura 5).



**Figura 5 – Localização do Município de Medianeira – PR.**  
Fonte: Autor, 2015

O município de Medianeira possui uma área territorial de 314,63 Km<sup>2</sup>, sendo desse total 289,20 km<sup>2</sup> referem-se à zona rural. O município possui uma população de 41.817 habitantes, e destes 4.427 residem na zona rural (IBGE, 2010).

Encontram-se no município de Medianeira 9 rios: Rio Ocoi, Rio Sabiá, Rio Barreirão, Rio Ouro Verde, Rio Alegria e Rio Feijão Verde pertencente a Bacia do Paraná III e os Rio Represa Grande, Rio Laranjita e Rio Dourado localizados na Bacia do Iguaçu (MEDIANEIRA, 2006).



Quantos aos aquíferos, a porção superior no município localiza-se no Aquífero Serra Geral Norte, e o restante no Aquífero Serra Geral Sul (SIAGAS, 2015).

### 3.2 POPULAÇÕES ESTUDADAS

Para a identificação da localização dos poços de captação de água subterrânea de uso comunitário utilizou-se o cadastro da Vigilância Sanitária Municipal de Medianeira, na qual constam os endereços das soluções alternativas de abastecimento comunitário. Para essa pesquisa selecionaram-se apenas as SACs compostas por poços tubulares, assim 21 poços comunitários, em 19 comunidades rurais do município de Medianeira (Quadro 6), foram avaliados.

<b>Localização dos Poços Avaliados</b>			
1	Maralucia	11	Linha Sagrada Família
2	Vila Rural	12	Linha São Miguel Arcanjo
3	Linha Salvador		
4	Linha Saúde	13	Linha Represo
5	Linha Alto Alegria	14	Linha Sol e Ouro
6	Linha Alegria	15	Linha Mineira
7	Linha Ouro Verde	16	Linha Dourado
8	Linha Santa Rita	17	Linha Salete
9	Linha São Valentim	18	Linha Javali
10	Linha Savio	19	Linha Vitória

**Quadro 6 – Localização dos Poços Comunitários de Captação de Água Subterrânea**

### 3.3 COLETA E AQUISIÇÃO DOS DADOS

A coleta de dados ocorreu principalmente pela aplicação de questionários em forma de entrevista (Apêndice A), composto por questões abertas e fechadas. Estes foram aplicados aos responsáveis pelos poços comunitários estudados.

Os resultados dos questionários permitiram identificar: O volume de água captado mensalmente, o diâmetro do poço, a profundidade do poço, o número de

pontos de distribuição, o tratamento aplicado a água distribuída, os usos da água permitidos aos usuários e informações sobre a cobrança.

Informações relativas ao uso e cobertura do solo foram obtidas também por meio de verificação *in loco* e pelo uso de imagens de satélite através do *software* Google Earth Pro.

Para a coleta das coordenadas geográficas para especificar a localização dos poços de captação de água subterrânea de uso comunitário foi utilizado um aparelho GPS eTrex Legend H®.

### 3.4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

#### 3.4.1 Usos da Água

Quanto aos usos preditivos da água subterrânea obtida em cada poço por meio dos questionários, elaborou-se uma classificação, na qual os poços comunitários foram divididos em 4 grupos (Quadro 7).

<b>Grupo</b>	<b>Classificação Conforme os Usos</b>
G1	Doméstico
G2	Doméstico e animal
G3	Doméstico, animal e lazer
G4	Doméstico, animal, lazer e irrigação

**Quadro 7 – Usos da Água Subterrânea**

Desta forma, as discussões posteriores foram realizadas de acordo com os grupos especificados (G1, G2, G3 e G4).

#### 3.4.2 Cadastramento dos Poços

Elaborou-se um quadro geral com os dados provenientes do questionário. E a partir do mesmo gerou-se mapas especificando a localização dos poços tubulares,

por meio do *software* livre SPRING 5.3, de acordo com a bacia hidrográfica a qual pertencem.

Com o *software* SPRING, por meio da imagem SRTM do local, foi feita, inicialmente, a delimitação da área de estudo, e em seguida a elaboração de um modelo numérico de terreno para a bacia. A partir disso gerou-se mapas das microbacias hidrográficas do Município de Medianeira.

Para análise da profundidade traçou-se isolinhas por meio do *software* SURFER 11 pelo método da kingagem para a estimativa da distribuição espacial da variável estudada.

### 3.4.3 Identificação das Possíveis Fontes de Contaminação

A identificação das possíveis fontes de contaminação se deu de duas formas, análise preliminar por meio de verificação *in loco* e análise de imagens de satélite.

Segundo Foster et. al (2006) um fator importante quanto ao risco representado por uma atividade antrópica é sua proximidade de uma fonte de abastecimento subterrânea visto que por vezes a construção/projeto inadequado de poços tubulares permite o ingresso de poluentes.

Assim, para a avaliação espacial das possíveis fontes de poluição avaliou-se o uso e cobertura do solo e determinou-se distâncias mínimas a partir da localização dos poços tubulares. Com base em Foster et al (2006) optou-se pelos perímetros apresentados no Quadro 8:

Perímetro de avaliação		
50 m	Zona de proteção microbiológica	Importante no que diz respeito à saúde pública. Visa prevenir a ingestão de água subterrânea contaminada com bactérias, vírus e parasitas patogênicos. Zona na qual nenhuma atividade que não esteja relacionada com a extração de água seja permitida.
200 m	Zona de inspeção sanitária	Perímetro no qual deve-se pontuar uma série de fatores por meio de inspeção visual direta.

**Quadro 8 – Delimitação das Áreas de Proteção das Fontes de Abastecimento de Água Subterrânea**

Fonte: Foster et al., 2006.

Para aquíferos cobertos ou confinados sob camadas espessas de baixa permeabilidade, a zona de 50 metros de raio é recomendada como medida de precaução, em virtude das incertezas do fluxo vertical e como proteção contra obras de engenharia no subsolo, que poderiam comprometer a proteção da fonte.

As coordenadas geográficas coletadas a campo foram importadas para o *software* Google Earth Pro e em seguida foram delimitadas as áreas de proteção de acordo com indicação supracitada, conforme exemplo mostrado na Figura 6.



**Figura 6- Perímetros de Avaliação**

No raio de 50 metros foram demarcados polígonos conforme o uso e cobertura do solo relacionando cada área dos polígonos ao total da área do raio de 50 metros.

Para a avaliação das fontes de poluição inicialmente realizou-se a delimitação de polígonos e a mensuração das áreas referentes aos usos e cobertura do solo dentro da zona de proteção microbiológica. A Figura 7 apresenta a classificação utilizada para tal avaliação.

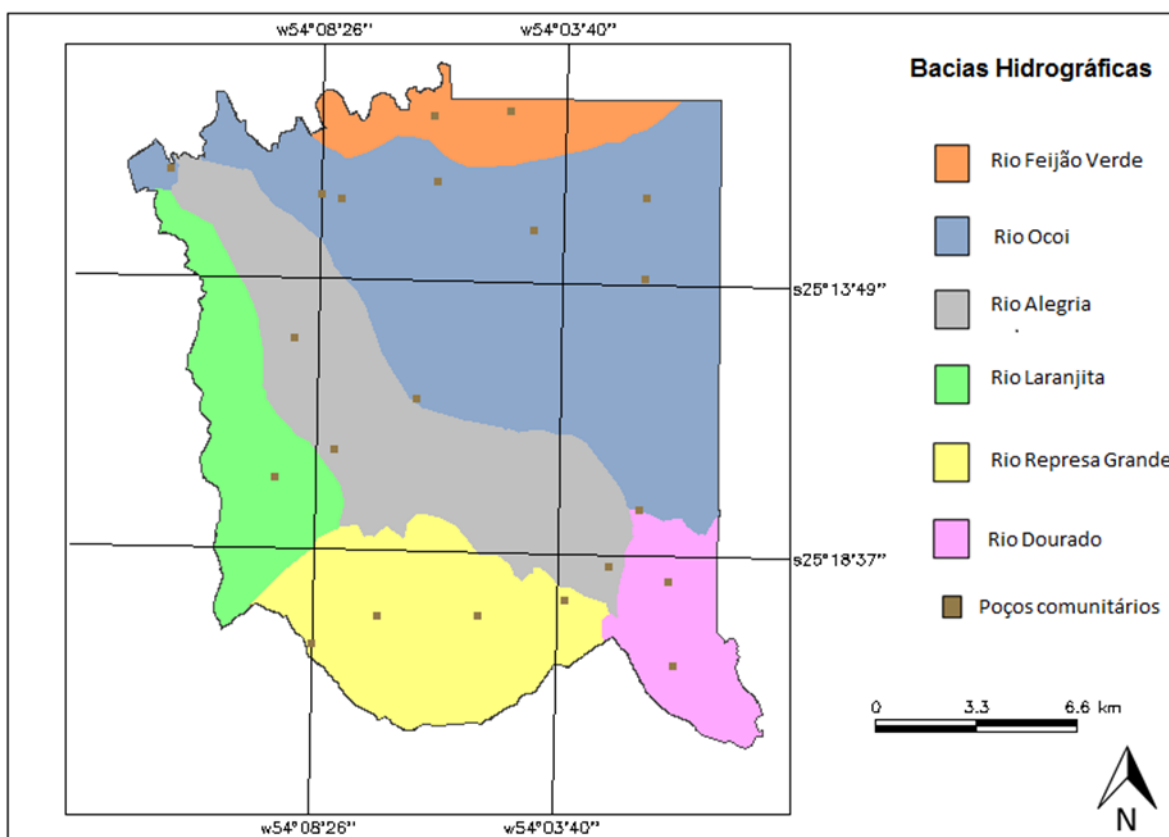


**Figura 7 - Classes de Uso e Cobertura do Solo**

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL

Os 21 poços comunitários da zona rural são apresentados na Figura 8 de acordo com as microbacias do Município de Medianeira



**Figura 8 - Localização dos Poços Comunitário na Zona Rural do Município de Medianeira**  
**Fonte: Autor, 2015**

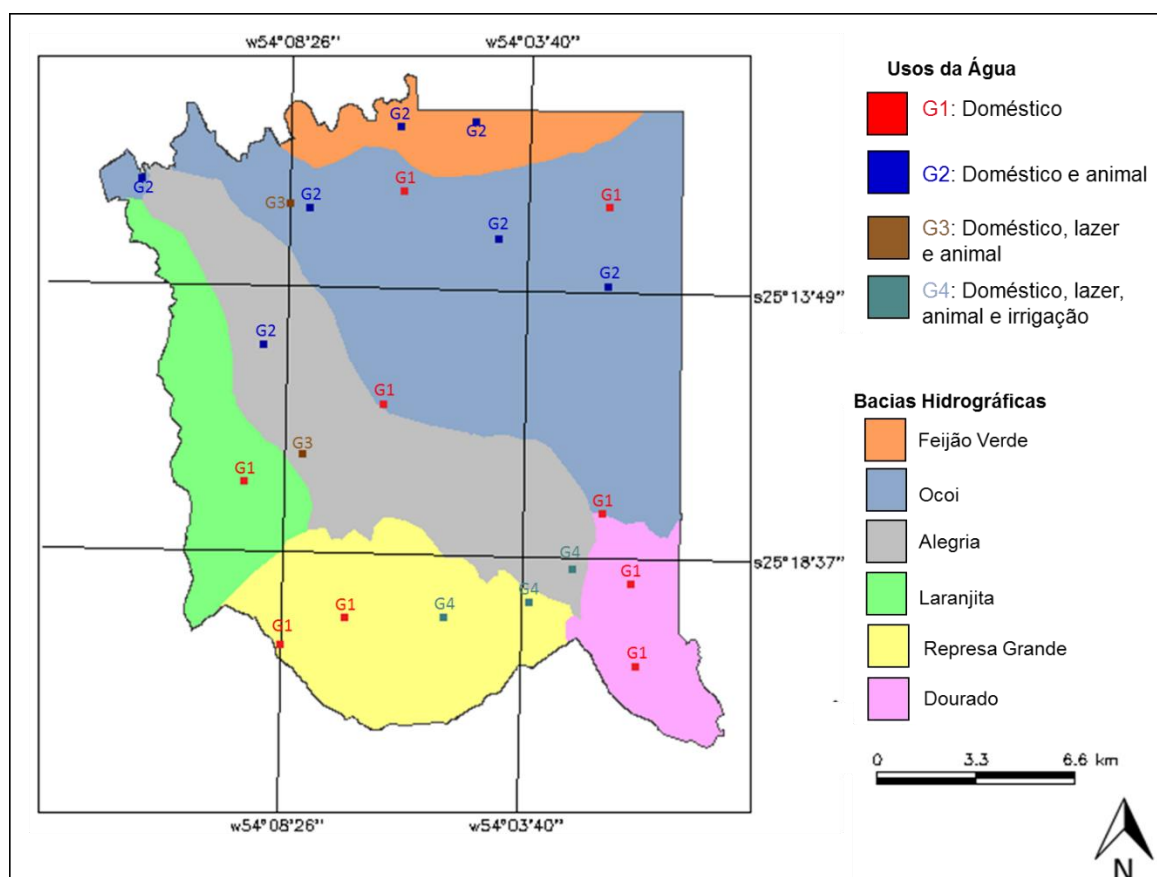
A maior bacia pertencente ao Município de Medianeira é a Bacia do Rio Ocoi, sendo que esta apresenta mais poços (43% do total) (Tabela 1).

**Tabela 1: Distribuição dos poços Comunitários de Acordo com as Microbacias no Município de Medianeira**

Bacia Hidrográfica	Número de poços	Porcentagem
Rio Feijão Verde	2	9,52%
Rio Ocoi	9	42,86%
Rio Alegria	3	14,29%
Rio Laranjita	1	4,76%
Rio Represa Grande	4	19,05%
Rio Dourado	2	9,52%
TOTAL	21	100,00%

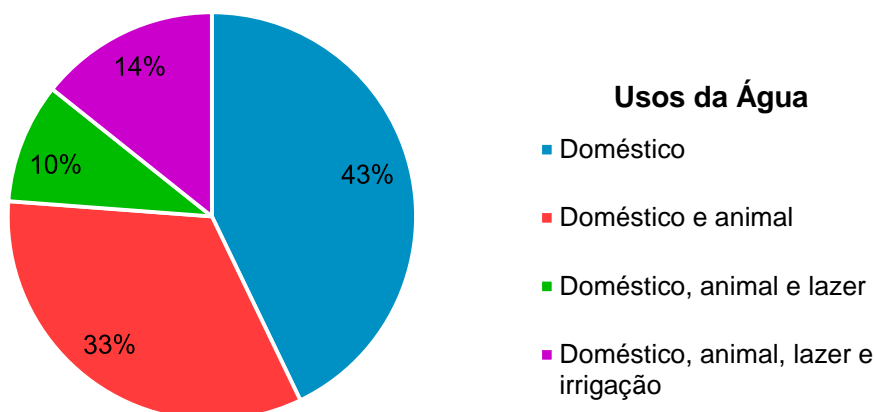
#### 4.2 USOS DA ÁGUA

Os usos da água subterrânea nos poços tubulares de uso comunitário no município são definidos pelos próprios usuários. A aplicação dos questionários permitiu identificar os usos preditivos da água subterrânea captada pelos poços de uso comunitário na zona rural do município de Medianeira, a identificação e distribuição espacial dos usos apresenta-se na Figura 9.



**Figura 9 – Usos Preditivos da Água nos Poços Comunitários**  
 Fonte: Autor, 2015

Desta forma, pode-se perceber que o uso doméstico é encontrado em todos os poços comunitários, visto que está associado as necessidades básicas do ser humano. O uso para dessedentação de animais foi o segundo maior registrado (Gráfico 1).



**Gráfico 1 – Usos da Água nos Poços Comunitários do Município de Medianeira**

A classificação dos poços segundo seu uso preditivo e pela bacia hidrográfica a qual pertencem apresenta-se na Tabela 2.

**Tabela 2: Distribuição dos Poços Comunitários de Acordo com os Usos Permitidos e as Microbacias no Município de Medianeira**

Bacias Hidrográficas	Doméstico	Doméstico e animal	Doméstico, animal e lazer	Doméstico, animal, lazer e irrigação
Rio Feijão Verde	-	2	-	-
Rio Ocoi	4	4	1	-
Rio Alegria	-	1	1	1
Rio Laranjita	1	-	-	-
Rio Represa Grande	2	-	-	2
Rio Dourado	2	-	-	-
Total	9	7	2	3

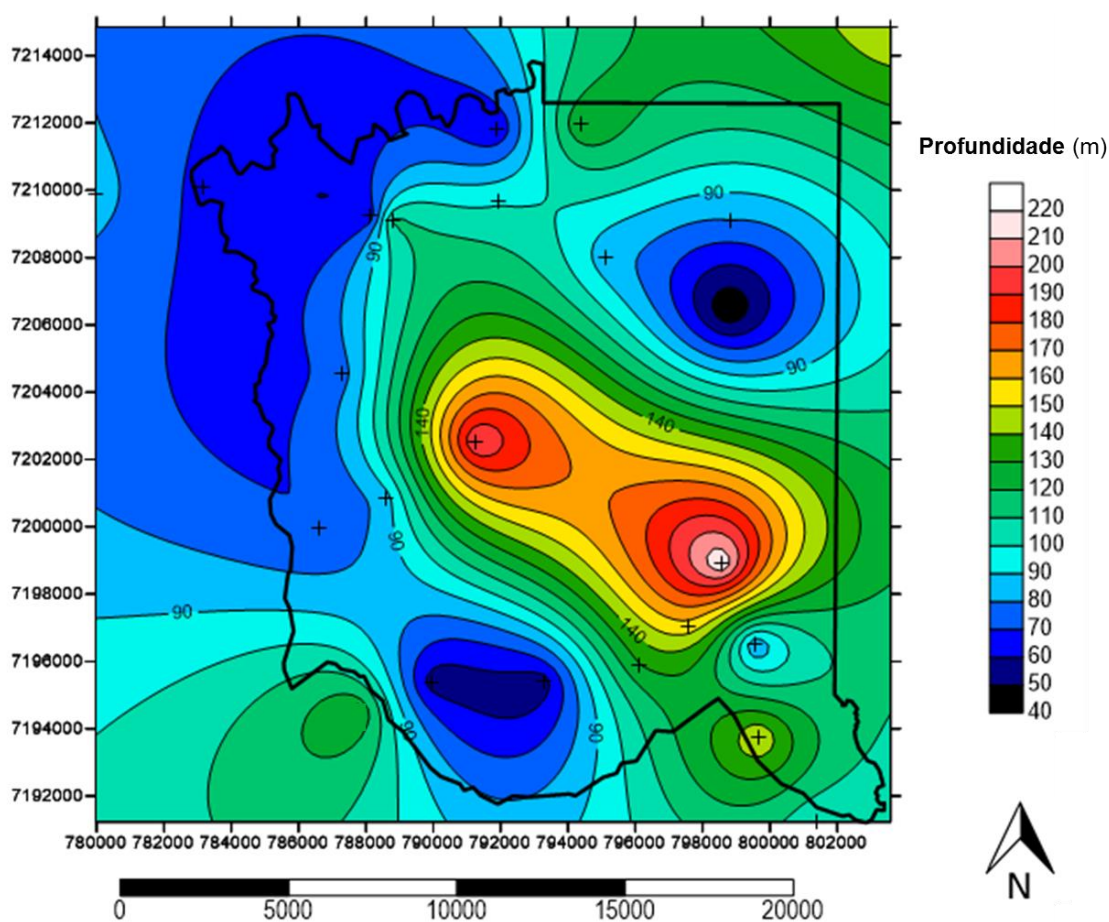
O uso definido como doméstico, animal, lazer e irrigação (G4) apresenta-se concentrado na região sudeste do município, nas bacias do Rio Alegria e Represa Grande. Um dos poços caracterizados como G4 abastece uma comunidade de pequenos produtores de hortaliças, nos quais são utilizados principalmente irrigação por gotejamento.

### 4.3 CADASTRAMENTO DOS POÇOS

O quadro com o cadastramento completo dos poços comunitários da zona rural do Município de Medianeira encontra-se no APÊNDICE B. Os itens subsequentes expõem uma análise detalhada deste cadastramento.

#### 4.3.1 Profundidade

Na Figura 10 são mostradas as isolinhas traçadas a partir das profundidades dos poços comunitários da zona rural no Município.



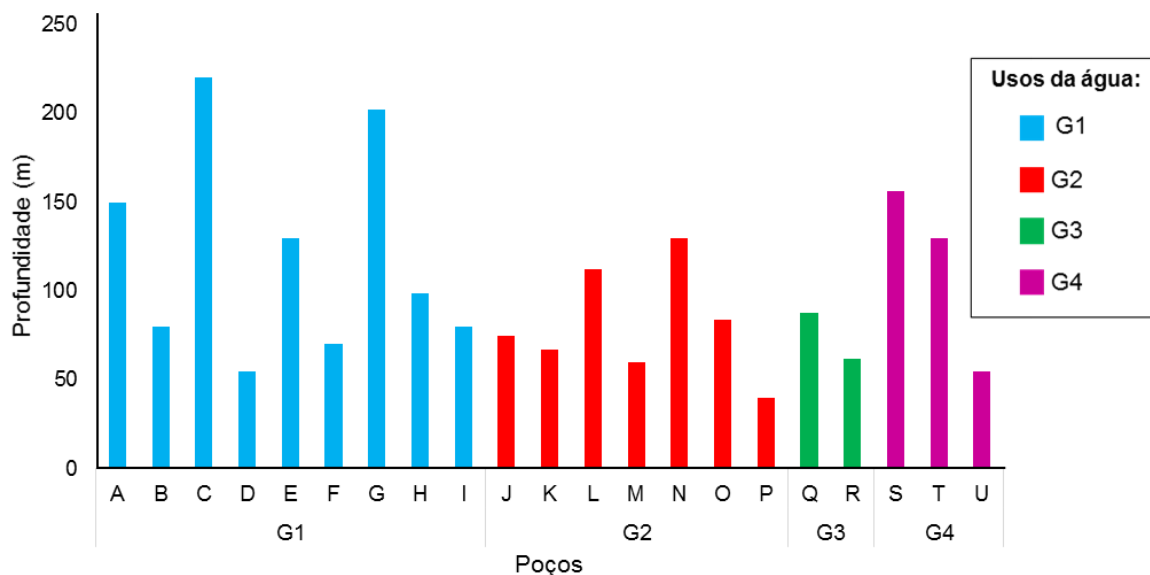
**Figura 10 – Mapa da Profundidade dos Poços**  
Fonte: Autor, 2015

De acordo com o mapa pode-se perceber que os poços mais profundos estão localizadas na região central do município, sendo que a profundidade de



perfuração se relaciona com as características geológicas no local e da vazão a ser captada.

O Gráfico 2 apresenta as profundidades de cada poço comunitário por grupo de uso.



**Gráfico 2 – Profundidade dos Poços Comunitários**

A profundidade média dos poços é 102 metros. Assim, por meio da análise do gráfico, pode-se inferir que 67% dos poços do G4 apresenta profundidade acima da média. Entretanto, em uma visão geral, tem-se que o G1 apresenta o valor médio de profundidade mais elevado (120 metros).

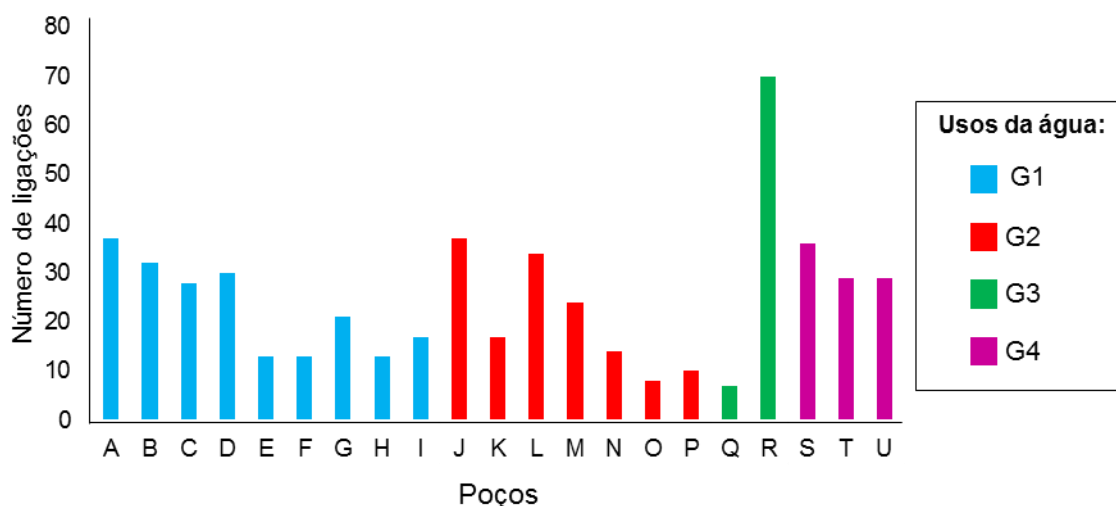
#### 4.3.2 Número de Ligações

A Tabela 3 expõem o número de ligações que cada poço possui, sendo que a cada ligação existe um hidrômetro.

**Tabela 3: Número de Ligações de acordo com os Usos da Água Subterrânea**

Uso da Água		Número de poços	Número de ligações	Porcentagem
Doméstico	G1	9	204	39%
Doméstico e animal	G2	7	144	28%
Doméstico, animal e lazer	G3	2	77	15%
Doméstico, animal, lazer e irrigação	G4	3	94	18%

Para melhor visualização gerou-se o Gráfico 3, no qual pode-se notar que os poços com mais usos permitidos possuem mais ligações por poços. Este fato explica-se pois em propriedades que dependem da irrigação possuem hidrômetros distintos para a residência e irrigação.



**Gráfico 3 – Número de Ligações Pelo Uso da Água por Poço**

Pode-se perceber também que o poço R se destaca quanto ao número de ligações (70), visto que o mesmo se localiza em um distrito do município, local de maior concentração de moradias que no restante da zona rural.

De acordo com o número de ligações, considerando um número médio de habitantes por propriedade rural de 5 pessoas, nenhum dos poços avaliados são passíveis de outorga.

#### 4.3.3 Volume

Quanto o volume de água captada, apenas uma comunidade não informou o valor, visto que a água não era hidrometrada. Assim, este poço não é contabilizado na Tabela 4 que apresenta a relação do volume captado de acordo com os usos preditivos da água subterrânea captada pelos poços comunitários na zona rural.

Tabela 4- Volume Captado nos Poços de Acordo com os Usos da Água

Uso da Água	Número de poços	Número de ligações	Volume total captado (m <sup>3</sup> .mês <sup>-1</sup> )	Volume médio captado por poço (m <sup>3</sup> .mês <sup>-1</sup> )	Volume médio captado por ligação (m <sup>3</sup> .mês <sup>-1</sup> )
Doméstico	9	204	4732	525,8	23,2
Doméstico e animal	7	124	1528	254,7	12,3
Doméstico, animal e lazer	2	77	1430	715,0	18,6
Doméstico, animal, lazer e irrigação	3	94	2400	800,0	25,5

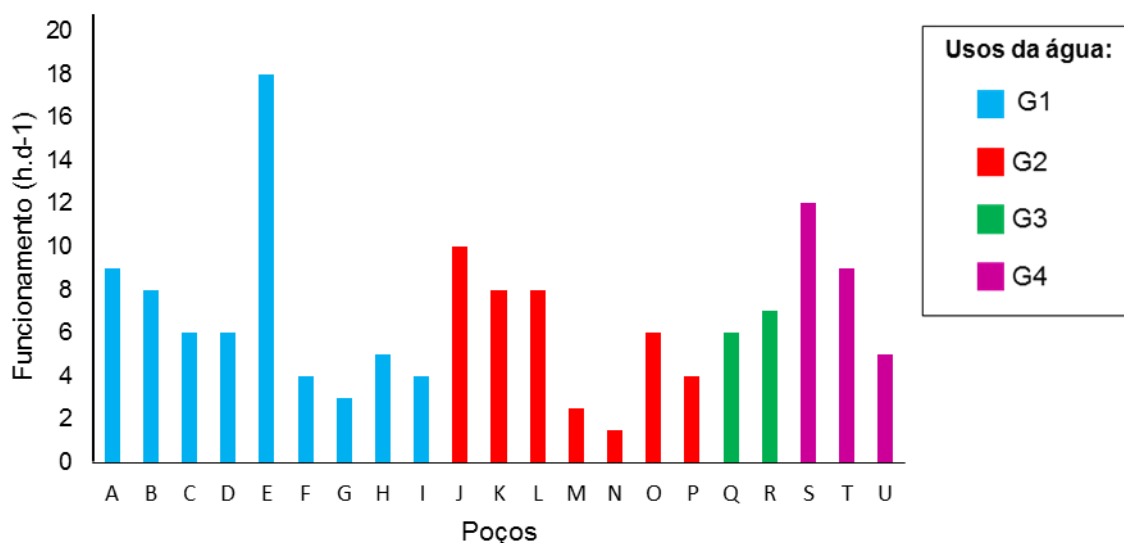
O grupo que apresentou maior consumo de água foi o G4 (800 m<sup>3</sup>.mês<sup>-1</sup>), isso se deve ao fato do mesmo ser utilizado para 4 diferentes usos na zona rural incluindo a utilização da água para a irrigação, sendo este o maior consumidor de água na agricultura.

O volume captado pelo G2 e G3 por ligação são inferiores ao G1 que possui apenas um uso. Entretanto em visita a campo os responsáveis dos poços do respectivos grupo relataram que algumas ligações não estavam sendo utilizadas, justificando os valores inferiores ao G1.

Quanto ao volume captado no G1, tendo as 204 ligações, e considerando que cada ligação possui em média 5 usuários (número médio de moradores de uma propriedade rural), obtém-se assim, a partir do volume total captado por poço, o consumo de água *per capita* é de 154,6 L.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>. Baseando-se no valor de 110 L.hab<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> estabelecido pela ONU (BARBOSA, 2015) valor de referência para o consumo humano, pode-se dizer que o consumo no G1 está acima do necessário estabelecido.

#### 4.3.4 Regime de Funcionamento

O regime de funcionamento dos poços esta relacionados com vários fatores: potência da bomba, volume captado e sistema de acionamento (manual ou automático). O Gráfico 4 apresenta os valores em horas.dia<sup>-1</sup> do regime de funcionamento de todas as bombas, visto que todas são do tipo submersa.



**Gráfico 4 – Regime de funcionamento pelo uso da água por poço**

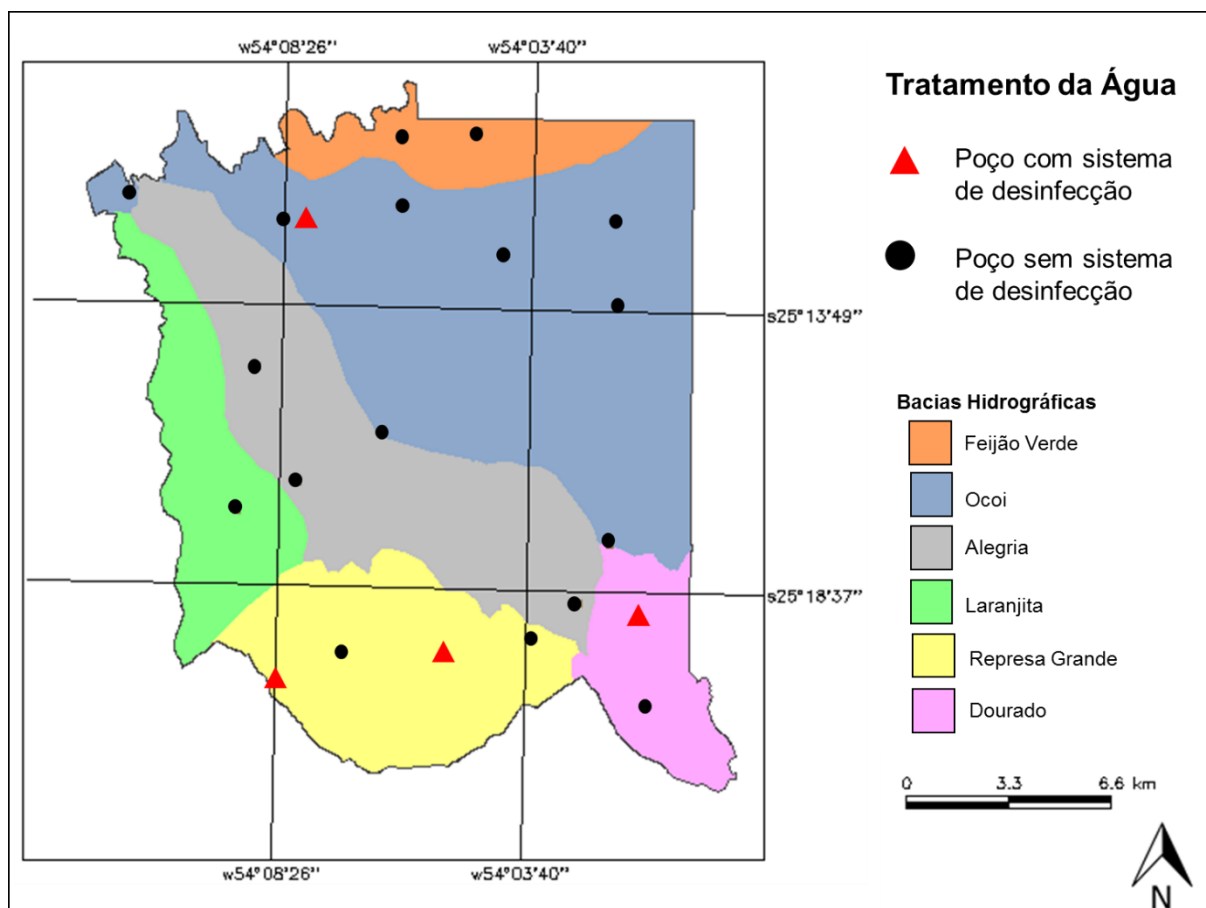
O regime de funcionamento entre os poços varia entre 1,5 e 18 horas por dia. No qual a maior taxa apresenta-se no G1 (poço E) e a menor no G2 (poço N). Entretanto, analisando-se apenas as médias por grupo de uso da água pode-se perceber que não houve uma variação entre o intervalo, como percebe-se no Quadro 9.

Uso da Água	Regime de funcionamento médio (h.d <sup>-1</sup> )
Doméstico	7,0
Doméstico e animal	5,0
Doméstico, lazer e animal	6,5
Doméstico, animal, lazer e irrigação	8,7

**Quadro 9 – Regime de Funcionamento Pelo Uso da Água nos Poços**

#### 4.3.5 Tratamento

Quanto ao tratamento da água subterrânea captada pelos poços comunitários da zona rural, pode-se observar pela Figura 11 que apenas 4 instalações possuem sistema de tratamento, ou seja 19,05% do total.



**Figura 11 – Tratamento de Água nos Poços Comunitários na Zona Rural**  
**Fonte: Autores, 2015**

O tratamento da água nos poços tubulares ocorre por meio de um sistema de desinfecção a base de pastilhas de cloro.

Em visitas a campo usuários relataram o desconhecimento da operação dos sistemas de desinfecção instalados pela Prefeitura Municipal, fator que influencia para a falta de tratamento da água na zona rural de Medianeira.

A Portaria Nº 2.914 de 2011 do Ministério da Saúde no seu Art. 24 estabelece que toda água para abastecimento humano fornecida coletivamente deve passar por um sistema de desinfecção ou cloração, fato que não ocorre em 81% dos pontos analisados.

#### 4.3.6 Monitoramento

Os dados referentes ao monitoramento da água subterrânea estão descritos no Quadro 10.

Usos	Poço	Responsável	Frequência
G1	A	Vigilância Sanitária	Anual
	B		Bianual
	C	Vigilância Sanitária e Autônomo	Semestral
	D	Vigilância Sanitária	
	E		
	F		
	G		
	H		
	I		
G2	J		Autônomo
	K	Semestral	
	L	Trimestral	
	M	Semestral	
	N		
	O	Autônomo	
G3	P	Vigilância Sanitária	Anual
	Q		Semestral
	R		Anual
G4	S	-	-
	T		
	U	Vigilância Sanitária	Semestral

**Quadro 10 – Monitoramento da Água Subterrânea do Poços Comunitários**

A maioria (78%) dos poços do G1 apresenta um monitoramento semestral, realizado pela vigilância sanitária. Os poços A e B, são os únicos do seu grupo nos quais o monitoramento é realizado anualmente, ou mais.

O monitoramento da água subterrânea nos poços comunitários da zona rural do município de Medianeira se dá de duas formas, por meio da atuação da vigilância sanitária ou de forma autônoma, na qual os usuários do poço enviam amostras para análise em laboratórios terceirizados.

Nas análises realizadas pela vigilância sanitária, amostras de água são coletadas segundo o Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano e enviadas ao Laboratório Central do Estado do Paraná – LACEN – Unidade de Fronteira.

No G2 o único poço que não é monitorado pela vigilância sanitária é o poço O. Nos poços do Grupo 2 ocorre uma frequência de monitoramento dos poços heterogênea: trimestral no poço L, semestral nos poços K, M e N, anual no poço P e raramente ocorre coleta para análise nos poços O e J.

Todos os poços do G3 são monitorados pela vigilância sanitária, no qual o poço Q apresenta uma frequência de monitoramento semestral e o poço R anual.

No grupo G4 a vigilância sanitária atua no monitoramento de dois poços, apresentando uma frequência de monitoramento semestral no poço U e anual no poço S. Em contra partida não é realizado o monitoramento da água captada no poço T.

A Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. No Quadro 11 apresenta-se a frequência mínima de monitoramento para os diversos parâmetros em mananciais subterrâneos de abastecimento humano segundo o Anexo XII da referente normativa.

Parâmetro	Frequência
Cor	A cada 2 horas
Turbidez, Cloro Residual Livre, Cloraminas, Dióxido de Cloro	
pH e fluoreto	
Gosto e odor	Semestral
Cianotoxinas	
Demais parâmetros	Semanal

**Quadro 11 – Plano de Amostragem para Mananciais Subterrâneos de Abastecimento Humano**  
**Fonte: BRASIL, 2011**

Comparando-se com o Anexo XII da Portaria Nº 2914/11, todos os poços comunitários da zona rural do município de Medianeira não estão inteiramente de acordo com o plano de amostragem. Entretanto, quanto a frequência de análise dos parâmetros pH, fluoreto, gosto, odor, cianotoxinas e demais parâmetros 57% dos poços atendem a legislação.

#### 4.3.6 Aspectos Econômicos

O Quadro 12 apresenta os resultados referentes aos fatores econômicos dos poços comunitários de acordo com os usos e volume captado mensalmente.

Usos	Poço	Volume (m <sup>3</sup> /mês)	Custo de Energia Elétrica (R\$/mês)	Existência de cobrança	Tarifa (R\$)	Taxa (R\$/m <sup>3</sup> )
G1	A	600	600,00	S	-	2,00
	B	720	480,00		-	0,70
	C	200	300,00		-	1,00
	D	200	250,00		5,00	1,00
	E	2000	1300,00		10,00	1,00
	F	312	Prefeitura	N	-	-
	G	150	300,00	S	-	0,80
	H	250	Prefeitura		-	1,00
	I	300	400,00		-	1,00
G2	J	360	Prefeitura	N	-	-
	K	200	500,00	S	-	2,00
	L	390	Prefeitura		-	0,66
	M	300	Não soube informar		-	1,00
	N	78	Prefeitura		-	1,00
	O	200	300,00		38,00	-
	P	Não há hidrômetro	100,00		10,00	-
G3	Q	170	Prefeitura	-	1,00	
	R	1260	500,00	S	-	1,00
G4	S	1000	1200,00		2,50	0,90
	T	600	760,00		-	2,00
	U	800	450,00		15,00	0,50

**Quadro 12– Fatores Econômicos dos Poços Comunitários da Zona Rural do Município de Medianeira**

De maneira geral, nas comunidades rurais abastecidas por poços comunitários ocorre a cobrança por meio de uma taxa e/ou tarifa definida pela própria comunidade afim de cobrir as despesas com energia elétrica e gerar uma reserva para custear ações de manutenção dos poços quando necessário.

O custo da energia elétrica nos poços tubulares está associado ao sistema de captação, transporte da água subterrânea e ao volume de água bombeado. De acordo com o Quadro 12, pode-se perceber que o poço E possui maior gasto com consumo de energia (1.300 R\$/mês) e capta maior volume (2000 m<sup>3</sup>).

Os poços F, H, J, L, N e Q (28% do total) são microssistemas de abastecimento de água instalados pela Prefeitura Municipal de Medianeira em



parceira com a FUNASA (Fundação Nacional de Saúde). Os valores de energia elétrica desses microssistemas são custeados pela própria prefeitura.

Os poços L, N e Q são microssistemas de abastecimento nos quais ocorre a cobrança de uma taxa por metro cúbico consumido para formar um fundo de reserva objetivando custear a manutenção e operação dos poços nas comunidades a qual pertencem.

Em algumas comunidades rurais é cobrada uma tarifa fixa mensal, são estes os poços D, E, O, P, S e U. O poço O apresenta a tarifa mais elevada (R\$38,00), este valor é uma tarifa média indicada nos questionários, visto que a cobrança neste caso ocorre por meio da divisão igualitária do custo da energia elétrica pelo número de ligações, assim como no poço P, no qual essa técnica é adotada pois a água não é hidrometrada.

#### 4.4 POSSÍVEIS FONTES DE POLUIÇÃO

Por meio de visita a campo pode-se obter uma análise preliminar do uso e cobertura do solo em que os poços comunitários estavam localizados, conforme a Tabela 5.

**Tabela 5– Uso e Cobertura do Solo**

<b>Uso e Cobertura do solo</b>	<b>Número de poços</b>	<b>Porcentagem (%)</b>
Pastagem	11	52,4
Área Agrícola	1	4,8
Vegetação	9	42,9
TOTAL	21	100,0

O principal uso do solo observado foi pastagem, visto que os poços encontram-se em propriedades particulares pertencentes a um dos usuários.

A área agrícola é pouco utilizada na zona rural do município para a perfuração de poços tubulares, uma vez que essas áreas apresentam um tráfico de máquinas e veículos para a aplicação de defensivos agrícola, plantio e colheita. Além disso, a área agrícola é considerada uma possível fonte de contaminação das águas, dada a lixiviação de insumos.

#### 4.4.1 Zona de Proteção Microbiológica

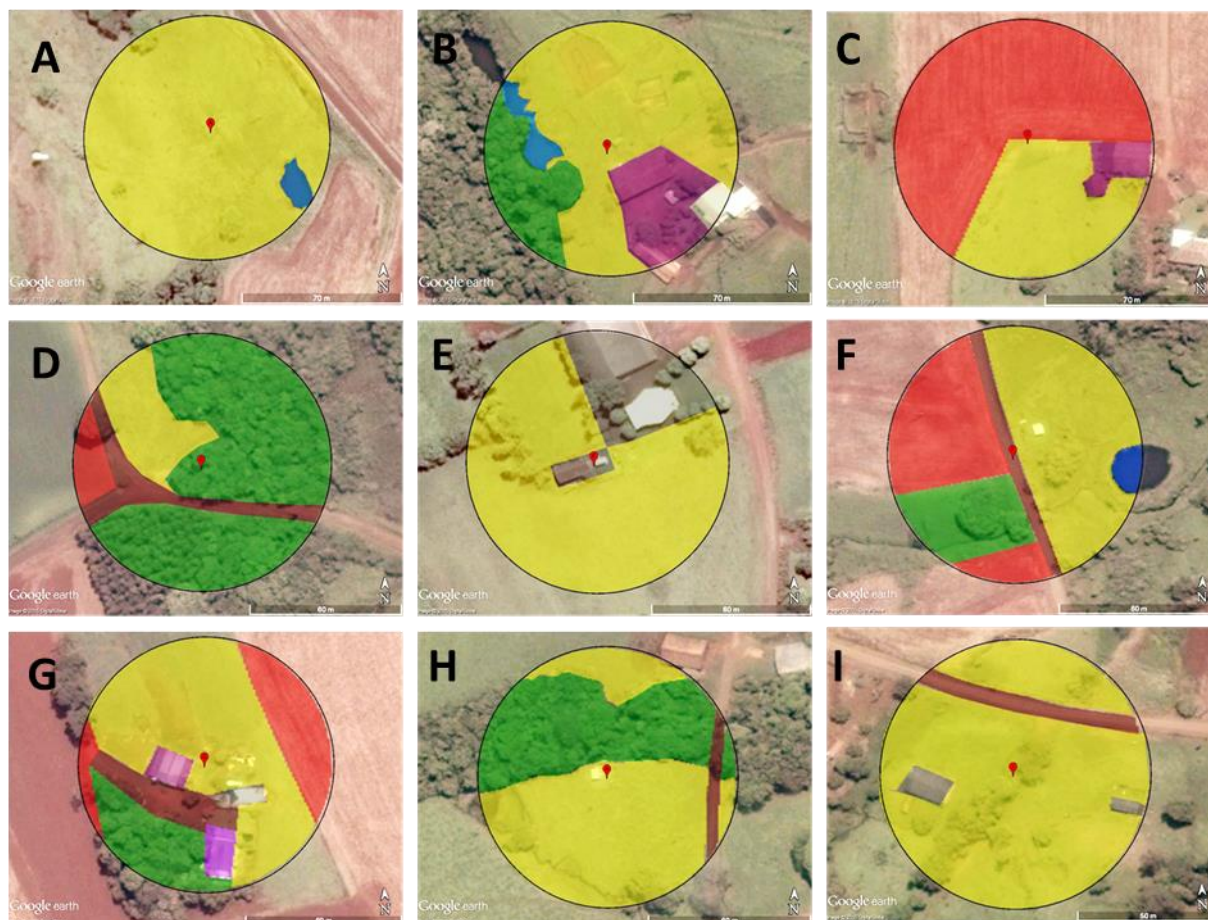
A Quadro 13 apresenta a porcentagem de cada classe de uso e cobertura do solo considerando a zona de proteção microbiológica, um raio de 50 metros a partir do poço tubular.

Poços	Usos	Área Agrícola	Pastagem	Criação de Animais	Vegetação	Moradia	Recursos Hídricos	Vias
A	G1	-	98,21%	-	-	-	2,42%	-
B		-	59,90%	16,79%	18,15%	1,86%	3,46%	-
C		61,33%	34,01%	5,09%	-	-	-	-
D		4,88%	14,63%	-	69,85%	-	-	10,64%
E		-	83,65%	-	-	19,85%	-	-
F		29,76%	45,28%	-	16,49%	-	2,16%	6,58%
G		16,93%	52,45%	5,48%	15,01%	1,68%	-	8,74%
H		-	60,10%	-	37,65%	-	-	3,20%
I		-	90,41%	-	-	2,95%	-	6,77%
J	G2	-	53,12%	-	42,07%	-	-	5,26%
K		84,37%	-	-	6,81%	0,83%	-	8,14%
L		-	94,77%	-	-	-	-	6,70%
M		-	92,83%	-	-	2,83%	-	5,28%
N		7,89%	31,25%	0,24%	53,72%	0,58%	-	6,62%
O		-	10,68%	5,58%	76,69%	-	8,23%	-
P	G3	-	55,05%	0,60%	45,21%	-	-	-
Q		-	-	-	94,72%	-	-	6,27%
R	G4	11,37%	56,97%	-	24,94%	3,08%	3,75%	-
S		21,46%	73,70%	-	-	-	4,85%	-
T		20,90%	-	-	79,14%	-	-	-
U		-	50,96%	-	41,12%	-	-	7,98%

**Quadro 13 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica**

É possível observar, que nenhum dos poços analisados apresenta a zona de proteção microbiológica completamente protegida, como indica Foster et al. (2006). Sendo que 33% dos poços comunitários (A, C, E, I, L, M e S) apresentam-se em estado crítico, nos quais não há vegetação dentro do raio de 50 metros. Em contra partida o poço Q apresenta um maior índice de proteção dentro da zona de proteção microbiológica, apresentando 94,72% de cobertura vegetal.

A Figura 12 exhibe o uso e cobertura do solo dos poços comunitários de uso doméstico (G1).



**Figura 12 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica (A, B, C, D, E, F, G, H e I)**

**Fonte: Autor, 2015**

Os resultados demonstram que 44% dos poços comunitários de uso exclusivamente doméstico (G1) não possuem cobertura vegetal no raio da zona de proteção microbiológica. O poço D apresenta maior grau de proteção (69,85% de área vegetada). Além disso, todos os poços deste grupo possuem pastagem na zona de proteção microbiológica, sendo este o uso mais preponderante do G1.

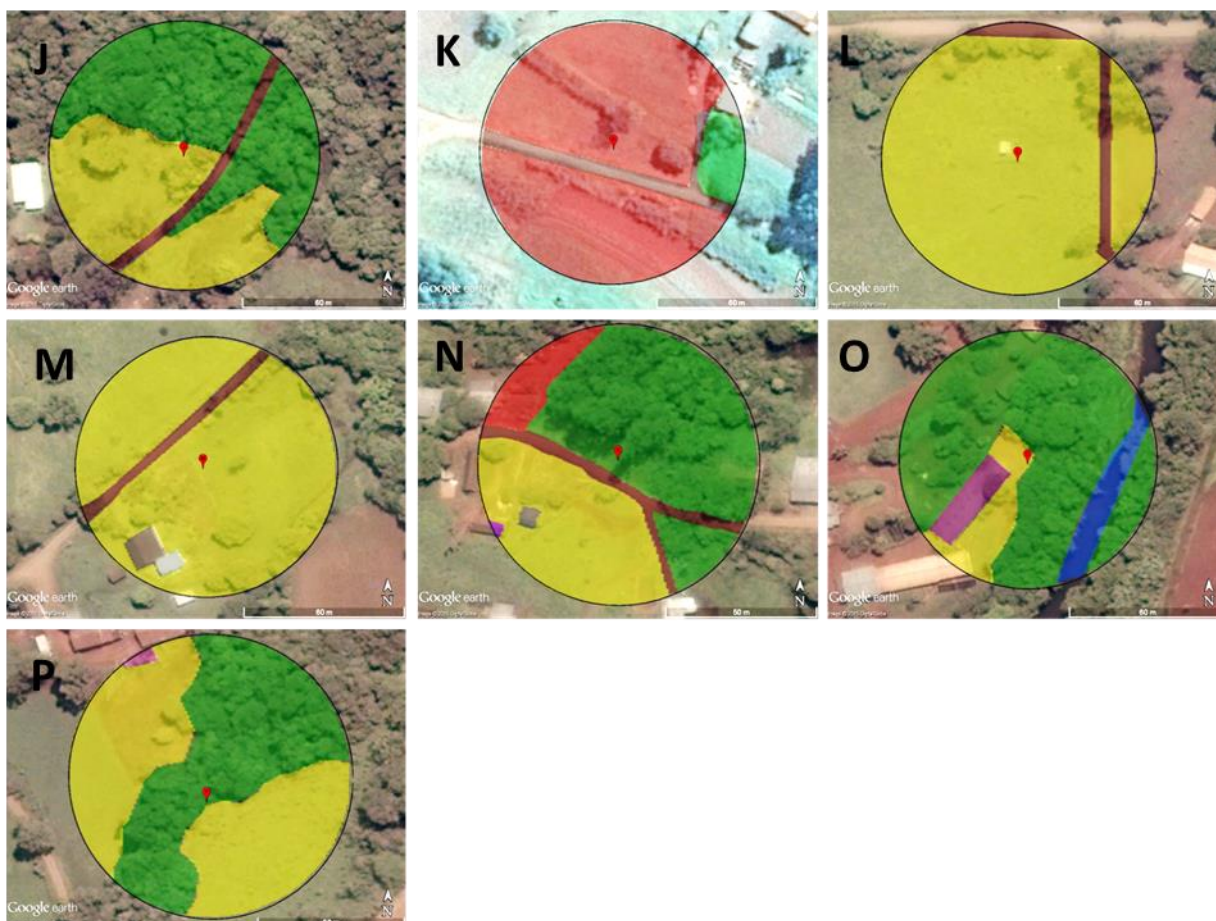
Além das possíveis fontes de contaminação observadas na análise do uso e cobertura do solo no local do poço, obtidos por meio de visita a campo, na zona de proteção microbiológica observou-se ainda criação de animais e moradia.

Como não há rede de esgoto nas zona rural do município, as moradias possuem sistema de saneamento *in situ* como fossa séptica, sumidouro e despejo a céu aberto, se caracterizando como uma possível fonte de contaminação das águas subterrânea.

A criação de animais se caracteriza por uma possível fonte de contaminação dado ao despejo de seus resíduos ou efluentes. No G1 33% dos poços comunitários

(B, C e G) apresentam instalações de criação de animais na zona de proteção microbiológica. A criação de animais nas proximidades dos poços tubulares é um fator de risco importante, proporcional ao número de animais.

A Figura 13 apresenta o uso e cobertura do solo para os poços comunitários de uso doméstico e animal (G2), no qual a pastagem também é a classe preponderante.



**Figura 13 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica (J, K, L, M, N, O e P)**  
**Fonte: Autor, 2015**

No G2 os poços L e M não apresentam cobertura vegetal, em contra partida os poços N e O apresentam mais da metade de sua zona de proteção microbiológica protegida.

O poço K se destaca pois 84,37% da área de proteção está ocupada por atividades agrícolas.

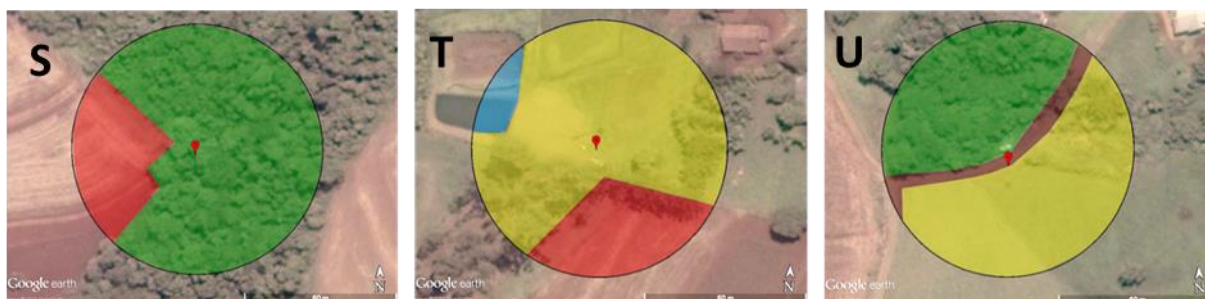
Quanto ao G3, no qual o uso da água subterrânea é doméstico, animal e lazer, a Figura 14 apresenta o uso e cobertura do solo na zona de proteção microbiológica nos poços Q e R.



**Figura 14 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica (Q e R)**  
**Fonte: Autor, 2015**

No poço Q 94,72% do raio de avaliação está coberto por vegetação, assim este é o poço comunitário que possui a maior taxa de proteção dentre todos. Desta forma, diferindo dos grupos anteriores, o uso preponderante do solo no local é a vegetação, porém o poço R apresenta apenas 29,94% de vegetação, sendo dominado principalmente pela pastagem.

De acordo com a Figura 15, pode-se perceber que as principais classes de uso e cobertura do solo nos poços G4 (doméstico, animal, lazer e irrigação) são pastagem e vegetação.



**Figura 15 – Uso e Cobertura do Solo na Zona de Proteção Microbiológica (S, T e U)**  
**Fonte: Autor, 2015**

De maneira geral, avaliando-se apenas a zona de proteção microbiológica, o G3 é o grupo que apresenta-se mais protegido, devido ao maior percentual de área coberta por vegetação entretanto não está em situação ideal, visto que no perímetro avaliado não indica-se outro uso se não a vegetação. Os poços pertencentes ao G1 são os mais vulneráveis de acordo com a mesma avaliação (cobertura vegetal).

#### 4.4.2 Zona de Inspeção Sanitária

Quanto a zona de inspeção sanitária (raio de 200 metros a partir do poço) o que pode-se inferir que todos os poços comunitários possuem de maneira geral no perímetro avaliado: moradias, criação de animais, uso agrícola, pastagem, vegetação, recursos hídricos e vias de acesso.

Em visita *in loco* e aplicação dos questionários, os usuários relataram que os poços M e K apresentavam infiltração. Avaliando-se a zona de inspeção sanitária, pode-se perceber que nas proximidades do poço K apresentam-se moradias com sistema de tratamento de esgoto *in situ*, além de criações de animais, importantes fontes de contaminação em potencial, assim como o poço M.

O poço B apresenta um sistema de tratamento defasado, onde o cloro é adicionado no reservatório, porém não a um controle efetivo na concentração de cloro na água, simplesmente é adicionado sem critérios técnicos.



**Figura 16 – Zona de Inspeção Sanitária**  
Fonte: Autor, 2015

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cadastramento dos poços comunitários permitiu identificar que todos os poços avaliados independem de outorga e o volume captado está na faixa de 78 à 2.000 m<sup>3</sup> mensalmente por poço, variando de acordo com o número de ligações e o uso permitido.

O principal uso da água em poços comunitários na zona rural de Medianeira é para fins de abastecimento humano, apresentado em todos os poços. Assim os usos preditivos da água subterrânea são: uso doméstico seguido de animal, lazer e irrigação.

Avaliando-se o uso e cobertura do solo ao entorno dos poços, conclui-se que as fontes de contaminação estão relacionadas a atividade agrícola. O poço Q é o mais protegido na zona de proteção microbiológica, sendo que 6 poços não apresentam vegetação em 50 metros, mostrando a vulnerabilidade dos mesmos. Tal vulnerabilidade se torna mais expressiva pois apenas 19% das fontes de abastecimento de água avaliadas possuem sistema de tratamento da água (desinfecção) em funcionamento.

Confrontando dados da irregularidade do monitoramento, falta de tratamento da água distribuída e a presença de possíveis fontes de contaminação, pode-se concluir que a população atendida por poços comunitários da zona rural do Município de Medianeira está em uma situação de risco, visto que não são fornecidas todas as condições de saneamento apropriadas.

## REFERÊNCIAS

ABAS, Associação Brasileira de Águas Subterrânea. **Educação**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php#ind1>>. Acesso em 20 de MAI de 2015.

AGUASPARANÁ, Instituto das Águas Paraná. **Aquífero Serra Geral**. Paraná, 2015. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=59>>. Acesso em: 5 jun. 2015.

ANA, Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. **Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemand a.pdf>>. Acesso em: 05 de jun. 2015.

ANA, Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. **Manual de Procedimentos Técnicos e Administrativos de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas**. Brasília, 2013. 240 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sof/MANUALDEProcedimentosTecnicoeAdministrativosdeOUTORGAdDireitodeUsodeRecursosHidricosdaANA.pdf>>. Acesso em: 05 de jun. 2015.

ANA, Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20Qualidade%20AguasSubterraneas.pdf>>. Acesso em: 05 de jun. 2015.

ANA, Agência Nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Nº 317 de 26 de agosto de 2003. **Institui o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH**. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2003/317-2003.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

ARRAES, T.M. e CAMPOS, J.E.G. Proposição de critérios para avaliação e delimitação de bacias hidrogeológicas. **Revista Brasileira de Geociências**, v.37, p.81-89, 2007. Disponível em: <http://rbg.sbgeo.org.br/index.php/rbg/article/download/1261/953>. Acesso em: 07 de jun. 2015.

BARBOSA, Vanessa. **A Última Gota**. 1ª ed. Rio de Janeiro – RJ. p.178. 2015.



BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª ed. São Paulo-SP, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa nacional de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. 1. ed. 72 p. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/politicas/programa\\_agua.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/politicas/programa_agua.pdf)>. Acesso em 23 out. 2015.

\_\_\_\_\_, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Brasília, 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCivil\\_03/Leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L9433.htm)>. Acesso em: 05 jun. 2015.

BOLDRIN, Mirtes T. N.; CUTRIM Alterêdo O. Aspectos da Gestão de Águas Subterrâneas Urbanas. In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2011, São Paulo. **Anais Eletrônicos...** São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrânea, 2011. Disponível em: <[https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/4f2b4534ab3e2128ddff8e0f4b78b856\\_fddb6dbc4131bfe0063957e56442af5b.pdf](https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/4f2b4534ab3e2128ddff8e0f4b78b856_fddb6dbc4131bfe0063957e56442af5b.pdf)>. Acesso em: 22 de Mai. 2015.

CNRH. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Estabelece critérios e procedimentos gerais para proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro**. Nº 92, de 5 de novembro de 2008. Brasília, 2008. Disponível em: <[http://www.abdir.com.br/legislacao/legislacao\\_abdir\\_4\\_2\\_09\\_1.pdf](http://www.abdir.com.br/legislacao/legislacao_abdir_4_2_09_1.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2015.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Aquífero Serra Geral**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/qualidade-da-agua-subterranea/12-serra-geral>>. Acesso em: 5 jun. 2015.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Histórico da legislação hídrica no Brasil**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/38-Historico-da-Legisla%C3%A7%C3%A3o-H%C3%ADdrica-no-Brasil>>. Acesso em: 5 jun. 2015.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências**. Nº 396, de 3 de abril de 2008. Diário Oficial da União. nº 66, 2008. p. 64-68. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

COSTA FILHO, Waldir D. Águas Subterrâneas: Suporte para uma Revolução Agrícola no Nordeste. In II Fórum NORDESTE 2030: Visão Estratégica de Longo Prazo. Paraíba, 2013. Disponível em: <<http://www.paraiba.pb.gov.br/ii-forum-nordeste-2030-discute-potencialidades-e-fragilidades-da-regiao/>>. Acesso em: 01 de jun. 2015.

FILHO, José L. A.; BARBOSA, Marina C.; AZEVEDO, Sérgio G. de; CARVALHO, Ana M. de. Aspectos Para a Gestão Estratégica das Águas Subterrâneas. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2012, São Paulo. **Anais Eletrônicos...** São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrânea, 2012. Disponível em:< <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1299>> Acesso em: 25 mai. 2015.

FOSTER, *et. al.* **Proteção da Qualidade da Água Subterrânea:** um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial. São Paulo – SP. 2006.

HAGER, Francis P. V.; SILVA, José de R. da C.; ALMEIDA, Wesley M. de; OLIVEIRA, Wilton de A. A Problemática da Gestão das Águas Subterrâneas no Brasil. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2002, São Paulo. **Anais Eletrônicos...** São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrânea, 2002. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1187>> Acesso em: 24 mai. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades, Paraná.** Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=411580>>. Acesso em 11 abril 2015.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Relação dos Municípios do Estado Ordenados Segundo as Mesorregiões do Paraná – 2012:** Posição em junho de 2012. Disponível em: <[http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base\\_fisica/relacao\\_mun\\_micros\\_mesos\\_para\\_na.pdf](http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/base_fisica/relacao_mun_micros_mesos_para_na.pdf)>. Acesso em: 30 mai. 2015.

IRITANI, Mara Akie; EZAKI, Sibebe. **As águas subterrâneas do Estado de São Paulo.** 3ª ed. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://igeologico.sp.gov.br/> Acesso em: 01 jun. 2015.

LEME, Francilio Paes. Teoria e Técnicas de Tratamento de Água. 2ªed. Rio de Janeiro,

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 2ªed.p.448. Campinas– SP, 2008.

MEDIANEIRA, Prefeitura Municipal. **Plano Diretor Municipal de Medianeira-PDMM**, 2006. Disponível em: < <http://www.medianeira.pr.gov.br/planodiretor/>>. Acesso em: 02 jun. 2015.

MESTRINHO, Suely S. P. Fundamentos da Classificação da Qualidade das Águas Subterrâneas. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E XVIII ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 2012, São Paulo. **Anais Eletrônicos...** São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrânea, 2012 Disponível em: <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27729/17977>> Acesso em: 5 jun. 2015.

MIHELIC, James R; ZIMMERMAN. **Engenharia Ambiental: fundamentos, sustentabilidade e projeto**. Rio de Janeiro- RJ.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília, 2015. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Águas Subterrâneas**. 21 p. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.uff.br/cienciaambiental/biblioteca/aguassub.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2015

MS. Ministério da Saúde. Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Disponível em: < [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em: 10 set. 2015.

MOTA, Suetônio. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 4ª ed. Rio de Janeiro- RJ

PARANÁ. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Dispõe sobre as captações, lançamentos de efluentes, barragens de acumulação considerados insignificantes**. Nº 039 de 26 de novembro de 2004. Curitiba-Paraná, 2004.

Disponível em:

<[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO\\_SEMA\\_39\\_2004\\_FICAM\\_DISPENSADOS\\_OUTORGA\\_USO\\_INSIGNIFICANTE\\_AGUAS.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_39_2004_FICAM_DISPENSADOS_OUTORGA_USO_INSIGNIFICANTE_AGUAS.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2015.

PEREIRA, et al. **Processo de regularização de usos e operacionalização da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia hidrográfica Rio São Francisco**. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. 2011. Maceió -AL.

Disponível em:

<<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sag/CobrancaUso/Estudos/ProcessoDeRegularizacaoDaCobrancaNaBaciaHidrograficaRioSaoFrancisco.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2015.

PINTO, Marcos R.; ALMEIDA, Joao R. de F. A Lei Das Águas e o Enquadramento das Águas Subterrâneas Em Classes: implicações e dificuldades. In: XVII SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS, 2007, São Paulo. **Anais Eletrônicos...** São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrânea, 2007.

Disponível em:

[http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/31bb23a7e80f6a8fed86a798ac29df72\\_a4eaed929d845e91d638693788b9d540.pdf](http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/31bb23a7e80f6a8fed86a798ac29df72_a4eaed929d845e91d638693788b9d540.pdf)> Acesso em: 5 jun. 2015.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Águas Doces no Brasil**. 3ª ed. 748 p. São Paulo – SP, 2007

REBOUÇAS Aldo da C, **Elementos de Hidrologia Subterrânea**. In: GONÇALVES Valter G.; GIAMPÁ Carlos E. Q. **Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos**. 1ª ed. São Paulo, 2006.

REBOUÇAS Aldo da C.; FEITOSA Fernando A. C.; DEMÉTRIO José G. A. **Elementos de Hidrologia Subterrânea**. In: GONÇALVES Valter G.; GIAMPÁ Carlos E. Q. **Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos**. 1ª ed. São Paulo, 2006.

TSUTIYA, Milton T. **Abastecimento de Água**. 4ª ed. São Paulo- SP, 2006

SIAGAS, Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. **Siagas web**. Disponível em: < [http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa\\_complexa.php](http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/pesquisa_complexa.php) >. Acesso em: 07 jun. 2015.

SOUZA, Carla Núbia de. **Tratamento Primário de Efluentes Brutos de Curtume Quimicamente Aprimorado por Sedimentação**. Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 100 p. Campo Grande - MS, 2007.

VESILIND, P. Aarne; MORGAN, Susan M. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2ª ed. São Paulo, 2010.

## **APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO**

**FICHA CADASTRAL**

NOME DO POÇO: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

LOCALIZAÇÃO/ENDEREÇO: \_\_\_\_\_

**CARACTERÍSTICAS DO POÇO**

DIÂMETRO: \_\_\_\_\_

VOLUME CAPTADO POR DIA: \_\_\_\_\_

PROFUNDIDADE: \_\_\_\_\_

UTILIZAÇÃO DO POÇO: ( ) DOMÉSTICO; ( ) LAZER; ( ) INDÚSTRIA

( ) IRRIGAÇÃO; ( ) ANIMAL; ( ) OUTROS \_\_\_\_\_

EXISTE CONJUNTO MOTOR-BOMBA ( ) SIM ( ) NÃO. QUAL? \_\_\_\_\_

QUAL O REGIME DE FUNCIONAMENTO DA BOMBA? \_\_\_\_\_ (h/dia)

EXISTE TRATAMENTO DA ÁGUA ( ) SIM ( ) NÃO. QUAL? \_\_\_\_\_

EXISTE MONITORAMENTO DA ÁGUA ( ) SIM ( ) NÃO. QUAL? \_\_\_\_\_

E QUEM REALIZA? \_\_\_\_\_

A ÁGUA BOMBEADA É HIDROMETRADA? \_\_\_\_\_

**CARACTERÍSTICA DO LOCAL DO POÇO**

EXISTEM FONTES POLUIDORAS PROXIMAS AO POÇO? ( ) SIM ( ) NÃO.

QUAIS? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

QUAL O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA ÁREA DO ENTORNO DO POÇO?

\_\_\_\_\_

**ASPECTOS ECONOMICOS**

QUAL O CUSTO MÉDIO DE MANUTENÇÃO DO POÇO? \_\_\_\_\_

EXISTE COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA? \_\_\_\_\_

QUAL O VALOR DA TARIFA? \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE B – CADASTRAMENTO DOS POÇOS**



ID	Volume Captado (m³/mês)	Profundidade (m)	N. de ligações	Regime de funcionamento (horas/dia)	Tratamento	Monitoramento		Água hidrometrada	Uso e cobertura do solo	Custo de Energia Elétrica R\$	Existência de cobrança	Tarifa R\$	Taxa R\$/m³
						Responsável	Frequência						
A	600	150	37	9	N	Vigilância Sanitária	Anual	S	Pastagem	600	S	-	2
B	720	80	32	8	S	Vigilância Sanitária	Bianual	S	Pastagem	480	S	-	0,7
C	200	220	28	6	N	Vigilância Sanitária e autônomo	Semestral	S	Agricultura	300	S	-	1
D	200	55	30	6	N	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Vegetação	250	S	5	1
E	2000	130	13	18	S	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Vegetação	1300	S	10	1
F	312	70	13	4	N	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Pastagem	Prefeitura	N	-	-
G	150	202	21	3	N	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Pastagem	300	S	-	0,8
H	250	99	13	5	S	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Pastagem	Prefeitura	S	-	1
I	300	80	17	4	N	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Pastagem	400	S	-	1
J	360	75	37	10	N	Vigilância Sanitária	Raramente	S	Vegetação	Prefeitura	N	-	-
K	200	67	17	8	N	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Pastagem	500	S	-	2
L	390	112	34	8	S	Vigilância Sanitária	Trimestral	S	Pastagem	Prefeitura	S	-	0,66
M	300	60	24	2,5	N	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Pastagem	-	S	-	1
N	78	130	14	1,5	S	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Vegetação	Prefeitura	S	-	1
O	200	84	8	6	S	Autônomo	Raramente	S	Vegetação	300	S	38	-
P	Não é medido	40	10	4	N	Vigilância Sanitária	Anual	N	Vegetação	100	S	10	-
Q	170		7	6	N	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Vegetação	Prefeitura	S	-	1
R	1260	62	70	7	N	Vigilância Sanitária	Anual	S	Pastagem	500	S	-	1
S	1000	156	36	12	N	Vigilância Sanitária	Anual	S	Pastagem	1200	S	2,5	0,9
T	600	130	29	9	N	Não há	-	S	Vegetação	760	S	-	2
U	800	55	29	5	S	Vigilância Sanitária	Semestral	S	Vegetação	450	S	15	0,5