

METODOLOGIA APLICADA NA AVALIAÇÃO CONSTRUTIVA DE POÇOS TUBULARES PROFUNDOS EM CUIABÁ - MT

ALBRECHT, Kurt João¹; MIGLIORINI, Renato Blat²

RESUMO

Este trabalho foi elaborado com base em um banco de dados e contempla a qualidade construtiva de 451 Poços Tubulares Profundos na área urbana de Cuiabá-MT, perfurados entre 1964 e 2000. A metodologia adotada fundamentou-se no Banco de Dados digital - planilha Excel, obtido através de fichas de cadastro de poços tubulares, e no Mapa Geológico da área urbana. Os poços cadastrados foram georeferenciados e apresentados num mapa de localização dos poços. Os parâmetros construtivos, obtidos em relatórios técnicos, foram correlacionados com as normas estabelecidas pela ABNT, permitindo avaliar os poços cadastrados, por unidade geológica, quanto à consistência desses relatórios; número de poços; métodos de perfuração; diâmetros úteis; profundidades médias; tipos, comprimentos e idade dos revestimentos; tipos, comprimentos e idade dos filtros; pré-filtros; profundidades, espessuras, espessura dupla da cimentação; lajes de proteção; tendências das vazões; variações das espessuras do manto de alteração. Os resultados mostraram que poços tubulares têm sido perfurados à margem das normas da ABNT. E, tendo em vista que a área é caracterizada como aquífero livre em meio fraturado, com profundidade média do lençol freático a 15 metros de profundidade, conclui-se que os riscos a contaminação são eminentes.

ABSTRACT

This work was elaborated based on a data base and contemplates the constructive quality of 451 Deep Tubular Wells in the urban area of Cuiabá-MT, perforated between 1964 and 2000. The adopted methodology was based on the digital Data base - Excel spread sheet, gotten through registration forms of tubular wells, and on the Geologic Map of the urban area. The registered wells were georeferenced and presented in a map of localization of the wells. The constructive parameters, gotten in technical reports, were correlated with the norms established by the ABNT, making it possible to evaluate the registered wells, by geologic unit, as to the consistency of these reports; number of wells; perforation methods; useful diameters; average depths; types, lengths and age of coverings; types, lengths and age of the filters; pre-filters; depths, thicknesses, double thickness of the face-hardening; protection slab; trends of the outflows; variations of the thicknesses of the alteration mantle. The results showed that tubular wells have been perforated to the edge of the norms of the ABNT. And, considering that the area is characterized as unconfined aquifer in fractured way, with average depth of water table of 15 meters of depth, it is concluded that the risks of contamination are eminent.

Palavras chaves: tecnologia de poços – banco de dados – poços tubulares

¹ UFMT. Dpto de Geologia Geral/ICET. Av. Fernando Correa. Cuiabá/MT CEP 78060-240 (65) 615 8754. kurt@cpd.ufmt.br

² UFMT. Dpto de Geologia Geral/ICET. Av. Fernando Correa. Cuiabá/MT CEP 78060-240 (65) 615 8751. rena@cpd.ufmt.br

XIV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços

II simpósio De Hidrogeologia do sudeste

1 – INTRODUÇÃO

A grande abundância das águas superficiais no Brasil e em especial em Mato Grosso, bem como a falta de dados sobre as águas subterrâneas, fizeram com que estas, até a década de 1970, não fossem sequer consideradas como um recurso hídrico.

Nos anos 70 com a industrialização do país, iniciou-se um processo de migração das populações das zonas rurais para as zonas urbanas, acentuadas sobremaneira nos anos 90, tendo como conseqüência o aumento das concentrações urbanas e industriais, e exploração indiscriminada dos recursos hídricos, que, por conseguinte, acarretaram construções de poços inadequados pela ausência de fiscalização e por não seguirem procedimentos normativos.

A cidade de Cuiabá não passou a largo desse processo, sofrendo pela falta de saneamento básico, lançamento de esgotos *in natura*, resíduos e outros despejos. De outra forma, os poços podem se transformar em focos de poluição das águas subterrâneas. Portanto, a “Qualidade Construtiva dos Poços” e o seu uso adequado, são as condições básicas e atrativas, para que as águas subterrâneas sejam utilizadas como fonte segura de abastecimento de água potável.

A área urbana de Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, com população aproximada de 480.000 habitantes, está instalada sobre rochas metapelíticas do Grupo Cuiabá, intensamente dobradas e foliadas, que se caracterizam em um aquífero livre em meio fraturado e de composição ferruginosa e carbonatada. Em 2001, o consumo de água subterrânea na zona urbana de Cuiabá correspondia a 20,5 % do volume captado de mananciais superficiais.

Dessa forma o objetivo deste trabalho é estudar a qualidade construtiva dos poços tubulares profundos nas diferentes unidades aquíferas, perfurados na zona urbana de Cuiabá, a partir dos relatórios técnicos emitidos pelas empresas perfuradoras, frente às normas da ABNT 12244 (1992).

Os resultados desta metodologia adotada, fundamentada num Banco de Dados digital obtido através de fichas de cadastro de poços e no Mapa Geológico da área urbana (1:25.000), permitiram comprovar a hipótese da construção inadequada de poços tubulares profundos, caracterizando-se como fontes potenciais de contaminação/poluição dos recursos hídricos subterrâneos.

2 – METODOLOGIA

A elaboração desse trabalho baseou-se fundamentalmente nos dados obtidos em relatórios técnicos dos Poços Tubulares Profundos e no Mapa Geológico da Área Urbana de Cuiabá, descrito em quatro etapas fundamentais.

As etapas consistiram em coleta de dados; implantação de um banco de dados digital; elaboração de mapas; identificação dos poços por unidade geológica e avaliação estatística.

2.1 - ETAPA 1: COLETA DE DADOS DE POÇOS

O trabalho iniciou-se pelos contatos com empresas perfuradoras, órgãos públicos Estaduais e Municipais e pesquisadores que atuam no ramo da Hidrogeologia nessa região. Nas empresas perfuradoras, foram realizadas visitas técnicas para obtenção de cópia xerográfica dos relatórios técnicos dos poços na Área Urbana de Cuiabá, onde se extraíram as informações referentes aos Dados de Localização, Construtivos, Litológicos e Hidrodinâmicos. Foram contatadas 12 empresas privadas além de Órgãos Governamentais como Sanemat e Agência Municipal de Saneamento, também mantenedoras de dados cadastrais, além de permitirem a localização de poços para o abastecimento público. Contudo, como era de se esperar, algumas empresas perfuradoras não forneceram dados, somados a ausência de cadastros e relatórios completos.

2.2 - ETAPA 2: BANCO DE DADOS

Essa etapa constituiu em atualizar e readequar o Banco de dados elaborado por MIGLIORINI (1999) com inserção de novos dados obtidos nas informações existentes nos relatórios técnicos.

Os dados inseridos referem-se principalmente as características Construtivas e Litológicas dos poços a fim de atender aos objetivos específicos deste trabalho.

O Banco de Dados modificado foi baseado em informações de 451 poços cadastrados nesse trabalho, entre 1964 a 2000. Não foram cadastrados todos os poços na área urbana de Cuiabá, pois nem todas as firmas estavam dispostas a fornecer os relatórios técnicos e algumas nem os tem.

A estrutura desse Banco de Dados foi estabelecida no programa Excel, criando-se quatro Planilhas chaves: Planilha de Identificação e Localização, Planilha dos Perfis Construtivos, Planilha dos Dados Hidrodinâmicos e Planilha dos Perfis Litológicos, vide Tabela 1.

Tabela 1 - Estrutura do banco de dados.

Planilha de Identificação e Localização	Planilha dos Perfis Construtivos	Planilha dos Dados Hidrodinâmicos	Planilha dos Perfis Litológicos
Código do Poço	Código do Poço	Código do Poço	Código do Poço
Bairro	Métodos de Perfuração	Condição Aquífera	Descrição das litologias atravessadas nas perfurações dos poços
Local	Croquis		
Latitude	Perfuração 1, 2, 3, 4	Litologia	
Longitude	Revestimento	Nível Estático	
Proprietário	Tubo Sanitário	Nível Dinâmico	
Construção	Filtro	Rebaixamento	
Ano	Pré-Filtro	Vazão	
Observação	Cimentação		
	Laje		
	Teste Vazão		

2.2.1 Planilha de Identificação e Localização

Diz respeito à localização do poço na área urbana de Cuiabá informando o Código do Poço, Bairro, Endereço, Coordenadas geográficas, Proprietário, Empresa/Órgão construtor, ano de perfuração e observações, visando esta última informar dados complementares que melhor localize o poço, bem como no caso do proprietário ter mais de 01 (um) poço, indicando se o código do poço refere-se ao poço nº 01, 02, 03, 04....

2.2.2 Planilha dos Perfis Construtivos

Essa planilha objetiva informar todos os dados do perfil construtivo do poço, permitindo visualizar não somente os procedimentos utilizados para a perfuração, os materiais utilizados, suas especificações e procedimento de acabamento, vide Tabela 2.

Tabela 2 - Planilha dos perfis construtivos.

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO/FINALIDADE
Código do Poço	Permite a identificação
Croquis do Poço	Permite encontrar a localização
Perfuração 1,2,3,4	Identifica os diâmetros de perfuração inicial e suas reduções até o diâmetro final do furo
Revestimento	Indica o tipo de material utilizado como revestimento, seu comprimento e diâmetro útil
Tubo Sanitário	Indica o tubo de proteção sanitária situada entre o revestimento e a parede do furo, seu diâmetro e comprimento
Filtro	Indica o tipo de material utilizado como filtro, a posição de instalação, diâmetro, abertura de passagem de água e comprimento total
Pré – Filtro	Indica o material granular colocado no espaço anular entre a coluna de revestimento/filtros e a parede do poço, seu tipo, granulometria e volume
Cimentação	Indica a proteção sanitária situada no espaço anular entre a parede da perfuração e o tubo de revestimento e profundidade da cimentação (m) e sua espessura (cm)
Laje	Indica a laje de proteção superior e sua área (m ²)
Vazão de poço	Informa a produção do poço (m ³ /h) e se o teste foi realizado com compressor (C) ou Bomba (B)

2.2.3 Planilha dos Dados Hidrodinâmicos

Essa planilha tem como objetivo informar o código do poço, condição do aquífero, litologia, níveis de água, vazão e rebaixamento, conforme apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Planilha dos dados hidrodinâmicos.

PARÂMETRO	DESCRIÇÃO
Condição do aquífero	Indica o tipo de aquífero (livre ou confinado)
Litologia	Indica a formação geológica
Nível Estático (NE)	Indica a profundidade do nível d' água de um poço em repouso
Nível Dinâmico (ND)	Indica a profundidade do nível d' água de um poço em bombeamento
Rebaixamento (S)	Indica a diferença do nível d' água entre o estático e o dinâmico

2.2.4 Planilha dos Perfis Litológicos

A planilha dos perfis litológicos apresenta de maneira resumida os tipos litologias e sua formação geológica correspondente, bem como as profundidades dessas camadas, Tabela 4.

Tabela 4 - Planilha dos perfis litológicos.

CÓDIGO DO POÇO	PERFIL LITOLÓGICO
Permite a identificação	Descrição das litologias atravessadas nas perfurações dos poços e respectivas profundidades

2.3 ETAPA 3: ELABORAÇÃO DE MAPAS

2.3.1 Mapa Geológico

A base geológica para este trabalho foi baseado no Mapa Geológico da Área Urbana de Cuiabá, elaborado por RUIZ *et al* (1999) e MIGLIORINI (1999) na escala 1:25.000.

O Mapa Geológico é constituído de cinco unidades geológicas. A unidade geológica I (Litofácies Metadiamicititos de Matriz Argilosa); unidade geológica II (Litofácies Metadiamicititos de Matriz Arenosa); unidade geológica IV (Litofácies Pelítico – Laminada); unidade geológica V (Litofácies Argilo – Areno Conglomerática).

A unidade geológica III (Aluviões e sedimentos recentes) não foi considerada e, portanto não analisada nos parâmetros construtivos porque não existem poços tubulares perfurados com o objetivo de aproveitar o aquífero aluvionar.

2.3.2 Mapa de localização dos Poços

A base cartográfica com traçado viário urbano e bairros para a elaboração do Mapa de localização de Poços, foi obtido junto ao IBGE, Secção Cuiabá, MT, na escala 1:25.000, (2000), digitalizada e georeferenciada em AutoCAD. Baseado no Banco de Dados, plotaram-se os poços baseados nas coordenadas geográficas obtidas, alguns junto as empresas, e outros através de visita *in loco* com uso de GPS.

2.4 ETAPA 4: IDENTIFICAÇÃO DO POÇO POR UNIDADE GEOLÓGICA

Através do cruzamento de informações obtidas nos Mapas de Poços e Geológico, em meio digital, foi possível identificar os poços que ocorrem em cada unidade geológica. Para facilitar a pesquisa por usuários sobre a identificação e a localização dos poços por unidade geológica, estruturou-se uma tabela resumo contendo: código do poço, unidade geológica e o quadrante de localização no Mapa Geológico da Área Urbana de Cuiabá e de Localização dos Poços Tubulares Profundos.

2.5 ETAPA 5: AVALIAÇÃO ESTATÍSTICA

Procedeu-se o estudo de comparação dos Dados Construtivos do Banco de Dados, através da análise estatística por unidade geológica, que totalizam quatro litologias principais: Unidade I-Litofácies Metadiamectito de Matriz Argilosa; Unidade II-Litofácies Metadiamectito de Matriz Arenosa; Unidade IV-Litofácies Pelítico-Laminada e Unidade V-Litofácies Areno-Conglomerática.

Os parâmetros analisados estaticamente por unidade geológica foram os descritos na planilha de perfis construtivos:

- Poços tubulares por unidade geológica
- Croquis
- Perfuratriz
- Perfuração – Diâmetro útil
- Profundidade
- Revestimento: Tipo, comprimento, Idade.
- Filtro: Tipo, comprimento, Idade.
- Pré-filtro
- Cimentação: Profundidade, Espessura.
- Laje de proteção
- Teste de vazão

Estes resultados permitiram avaliar, por unidade geológica, a espessura do manto de alteração, a relação entre revestimento e espessura do manto e, valores médios da profundidade do manto de alteração, a fim de subsidiar a análise sobre a qualidade construtiva dos poços.

Os estudos de comparação e análise dos dados foram apresentados na forma de tabelas sínteses dos parâmetros analisados, utilizando a planilha eletrônica Excel, assim como os testes estatísticos e os gráficos.

3 - RESULTADOS

Os resultados e discussão dos parâmetros analisados, no relatório final, obedeceram a uma sistemática única, ou seja, para cada parâmetro é apresentado uma Tabela síntese que mostra a informação obtida por unidade geológica, por exemplo, 108/72,84 significando que 108 poços

obtem aquela informação correspondendo a um percentual de 72, 84 do total de relatórios de poços analisados, que somaram 451 poços.

A seguir, apresentou-se uma figura com histogramas por unidade e nas unidades geológicas, que tem por objetivo fornecer uma visão geral do parâmetro, analisado em toda área urbana de Cuiabá.

Aqueles parâmetros que não apresentaram dados digitou-se um hífen, e são caracterizados como *sem dados* (SD).

Os parâmetros cujos dados constam nos relatórios são representados pela letra “S” (sim) e, os que não, foram assinalados com a letra “N” (não). Os valores numéricos foram colocados nas colunas apropriadas.

Entretanto, para a elaboração deste artigo apresentam-se apenas as Tabelas para que o usuário obtenha a sistematização e os resultados obtidos no trabalho desta pesquisa, ainda que sem comentários, uma vez que o objetivo é apresentar os resultados que podem ser extraídos através de uma análise sistemática e responsável dos perfis técnicos e litológicos de poços tubulares profundos.

3.1 POÇOS TUBULARES PROFUNDOS POR UNIDADE GEOLÓGICA

A partir do cruzamento do Mapa de localização de Poços com o Mapa Geológico se obteve a relação dos poços por unidade geológica, permitindo calcular os percentuais de ocorrência em cada unidade, Tabela 5.

Tabela 5 – Distribuição dos poços por unidade geológica.

Unidades Geológicas			Nº de Poços
I	FORMAÇÃO RIO COXIPÓ	Litofácies Metadiamicrititos de Matriz Argilosa	149
II		Litofácies Metadiamicrititos de Matriz Arenosa	92
IV	FORMAÇÃO MIGUEL SUTIL	Litofácies Pelítico - Laminada	102
V		Litofácies Areno – Conglomerática	108
TOTAL			451

3.2 CROQUIS DOS POÇOS TUBULARES

O croqui de um poço é a principal ferramenta na sua exata localização dentro de um espaço físico em que foi construído, indicando os acessos que se deve tomar para chegar até o mesmo, Tabela 6.

Tabela 6 – Croquis dos poços por unidade geológica.

CROQUIS	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%
S	108	72,84	66	71,74	77	75,49	100	92,59	351	77,83
N	39	26,17	26	28,26	25	24,51	08	7,41	98	21,73
SD	02	1,34	00	00	00	00	00	00	02	0,44
TOTAL	149	100	92	100	102	100	108	100	451	100

3.3 MÉTODOS DE PERFURAÇÃO

São apresentados os métodos de perfuração de poços por unidade geológica, utilizados em Cuiabá, mostrando a quantidade de poços/percentuais por unidade geológica, Tabela 7.

Tabela 7 – Métodos de perfuração de poços por unidade geológica.

MÉTODOS	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%
PERCUSSÃO	117	78,52	70	76,09	57	55,88	53	49,07	297	65,85
ROTATIVA	06	4,03	08	8,70	20	19,61	25	23,15	59	13,08
ROTO-PNEUMATIC	24	16,11	13	14,13	22	21,57	28	25,93	87	19,29
S.D.	02	1,34	01	1,09	03	2,94	02	1,85	08	1,77
TOTAL	149	100	92	100	102	100	108	100	451	100

3.4 DIÂMETRO ÚTIL DE PERFURAÇÃO

O diâmetro útil é o diâmetro do poço acabado, com seu revestimento definitivo instalado. A escolha do diâmetro útil adequado é importante porque afeta significativamente o custo da estrutura. Deve-se atender a dois objetivos principais que é o de ter folga suficiente para alojar a bomba e, assegurar uma velocidade de ascensão vertical do fluido inferior a 1,5 m/s. Caso a velocidade seja superior ocorrerão perdas de carga excessiva, provocando rebaixamento dos níveis de bombeamento e conseqüentemente maior consumo de energia (CPRM, 1997; PROMINAS, 2000).

Tabela 8 - Diâmetro útil de perfuração por unidade geológica.

DIÂMETRO	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte.	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%
4"	01	0,67	00	00	02	1,96	05	4,63	08	1,77
6"	81	54,36	55	59,78	87	85,29	88	81,48	311	68,96
8"	52	34,90	36	39,13	07	6,86	06	5,56	101	22,39
10"	01	0,67	00	00	00	00	00	00	01	0,22
S.D.	07	4,70	00	00	01	0,98	02	1,85	10	2,22
N	06	4,03	01	1,09	05	4,90	07	6,48	19	4,21
TOTAL	149	100	92	100	102	100	108	100	451	100

3.5 PROFUNDIDADE DOS POÇOS TUBULARES

A profundidade de um poço é um parâmetro construtivo que obedece às especificações do projeto executivo, elaborado a partir das análises de um conjunto de informações obtidas no

campo. A determinação da profundidade adequada é importante porque afeta diretamente o custo da obra e a capacidade da produção do poço, Tabela 9.

Tabela 9 - Profundidade dos poços por unidade geológica.

DIAMETRO		PROFUNDIDADE			
		UNID. I	UNID. II	UNID. IV	UNID. V
MÍNIMO	6"	50	60	50	50
	8"	56	95	82	90
MÉDIO	6"	105,16	105,35	109,80	110,81
	8"	129,17	138,61	117,86	121,66
MÁXIMO	6"	200	157	170	160
	8"	221	200	151	151

3.6 REVESTIMENTO DOS POÇOS POR UNIDADE GEOLÓGICA

O revestimento é a estrutura do poço. A escolha do tipo de revestimento impõe condições na seleção desse material, de modo que o mesmo se adapte as condições locais a que será submetido, como: resistência mecânica, qualidade da água, profundidade do poço, diâmetro de perfuração, métodos de perfuração e custos. Os tipos usados são de aço e PVC, Tabela 10.

Tabela 10 - Revestimento dos poços por unidade geológica.

REVESTIMENTO		UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
		Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%
AÇO	6"	30	20,13	24	26,09	17	16,67	10	9,26	81	17,96
	8"	40	26,85	14	15,22	07	6,86	04	3,70	65	14,41
PVC	4"	01	0,67	00	00	02	1,96	05	4,63	08	1,77
	6"	48	32,21	30	32,61	70	68,63	77	71,30	225	49,89
	8"	12	8,05	22	23,91	00	00	02	1,85	36	7,98
	10"	01	0,67	00	00	00	00	00	00	01	0,22
S.D	---	11	7,38	01	1,09	01	0,98	03	2,78	16	3,55
N	---	06	4,03	01	1,09	05	4,90	07	6,48	19	4,21
TOTAL		149		92		102		108		451	100

3.7 COMPRIMENTO DOS REVESTIMENTOS POR UNIDADE GEOLÓGICA.

O comprimento do revestimento constitui a estrutura de sustentação das paredes do poço e o conduto hidráulico que coloca em contato os aquíferos com a superfície, além de influenciar na proteção sanitária do poço, sejam vertical ou horizontal da distancia de fontes de poluição Tabela 11.

Tabela 11 - Comprimento dos revestimentos por unidade geológica.

COMPRIMENTO	TIPO	UNID. I	UNID. II	UNID. IV	UNID. V
MÍNIMO	AÇO	7	13	11	18
	PVC	10	12	11	9
MÉDIO	AÇO	33,14	36,90	29,26	33,82
	PVC	31,75	41,36	27,76	31,46
MÁXIMO	AÇO	120	84	42	54
	PVC	100	87	70	100

3.8 IDADE POR TIPO DE REVESTIMENTO POR UNIDADE GEOLÓGICA

Um dos objetivos a ser alcançado quando se elabora um projeto de um poço tubular é que os materiais instalados em caráter permanente sejam duráveis e que tenham longa vida útil de serviço em pelo menos 25 anos, Tabela 12. A Quantificação desse importante parâmetro permite um monitoramento da vida útil de serviço e da qualidade de suas águas.

Tabela 12 - Idade por tipo de revestimento por unidade geológica.

TIPO	IDADE	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
		Qte.	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%
AÇO	0-10	06	4,03	08	8,70	04	3,92	04	3,70	22	4,88
	10-20	39	26,17	18	19,57	07	6,86	07	6,48	71	15,74
	20-30	24	16,11	11	11,96	13	12,75	02	1,85	50	11,09
	30-37	01	0,67	01	1,09	00	00	00	00	02	0,44
	SD	00	00	00	00	00	00	01	0,93	01	0,22
PVC	0-10	53	35,57	43	46,74	70	68,63	81	75,00	247	54,77
	10-20	07	4,70	08	8,70	01	0,98	01	0,93	17	3,77
	20-30	01	0,67	00	00	00	00	00	00	01	0,22
	30-37	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	SD	01	0,67	01	1,09	01	0,98	02	1,85	05	1,11
S.D.	0-10	03	2,01	00	00	01	0,98	02	1,85	06	1,33
	10-20	05	3,36	01	1,09	00	00	00	00	06	1,33
	20-30	02	1,34	00	00	00	00	00	00	02	0,44
	30-37	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	SD	01	0,67	00	00	00	00	01	0,93	02	0,44
N	0-10	06	4,03	01	1,09	05	4,90	07	6,48	19	4,21
TOTAL		149		92		102		108		451	100

3.9 TIPO DE FILTROS POR UNIDADE GEOLÓGICA.

O filtro tem a finalidade de captar água de um aquífero inconsolidado, permitindo que a água desse aquífero flua livremente para dentro do poço, impedindo a passagem do material fino durante o bombeamento e, servindo também como suporte estrutural e sustentando a perfuração no referido material. O filtro é o coração do poço; portanto a vida útil de um poço depende da qualidade do tipo de filtro instalado e este do tipo de material utilizado na sua construção, Tabela 13, pois são afetados pelas características físicas e químicas da água do aquífero.

Tabela 13 - Tipo de filtros por unidade geológica.

TIPO	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL		
	Qte.	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	
JOHNSON	06	4,03	07	7,61	00	00	01	0,93	14	3,10	
NOLD	06	4,03	07	7,61	01	0,98	03	2,78	17	3,77	
PVC	09	6,04	21	22,83	08	7,84	17	15,74	55	12,20	
TUBO	01	0,67	00	00	00	00	00	00	01	0,22	
S.D.	16	10,74	06	6,52	09	8,82	04	3,70	35	7,76	
N	111	74,50	51	55,43	84	82,35	83	76,85	329	72,95	
TOTAL		149		92		102		108		451	100

3.10 IDADE POR TIPO DE FILTRO POR UNIDADE GEOLÓGICA

A idade do filtro permite determinar o tempo de vida útil de serviço do mesmo e conseqüentemente de um poço, bem como verificar se os materiais especificados dentro do projeto atingiram os objetivos para os quais foram selecionados e instalados.

Tabela 14 - Idade por tipo de filtro por unidade geológica.

TIPO	IDADE	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
		Qte.	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%
J O H N	0-10	01	0,67	05	5,43	00	00	01	0,93	07	1,55
	10-20	05	3,36	01	1,09	00	00	00	00	06	1,33
	20-30	00	00	01	1,09	00	00	00	00	01	0,22
	30-37	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	SD	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
N O L D	0-10	00	00	00	00	01	0,98	01	0,93	02	0,44
	10-20	04	2,68	07	7,61	00	00	02	1,85	13	2,88
	20-30	02	1,34	00	00	00	00	00	00	02	0,44
	30-37	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	SD	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
PVC	0-10	03	2,01	15	16,30	08	7,84	15	13,89	41	9,09
	10-20	05	3,36	06	6,52	00	00	01	0,93	12	2,66
	20-30	01	0,67	00	00	00	00	00	00	01	0,22
	30-37	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	SD	00	00	00	00	00	00	01	0,93	01	0,22
N	0-10	61	40,94	32	34,78	66	64,71	75	69,44	234	51,88
	10-20	31	20,81	11	11,96	08	7,84	04	3,70	54	11,97
	20-30	16	10,74	06	6,52	09	8,82	02	1,85	33	7,32
	30-37	01	0,67	01	1,09	00	00	00	00	02	0,44
	S.D.	02	1,34	01	1,09	01	0,98	02	1,85	06	1,33
TUBO	0-10	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	10-20	01	0,67	00	00	00	00	00	00	01	0,22
S.D.	0-10	01	2,01	00	00	05	4,90	02	1,85	10	2,22
	10-20	05	3,36	02	2,17	00	00	01	0,93	08	1,77
	20-30	08	5,37	04	4,35	04	3,92	00	00	16	3,55
	S.D.	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
	30-37	00	00	00	00	00	00	01	0,93	01	0,22
TOTAL		149		92		108		102		451	100

3.11 TIPOS DE PRÉ-FILTRO POR UNIDADE GEOLÓGICA

Pré-filtro é um cascalho selecionado, utilizado para o acabamento de um poço com filtro, denominado “Encascalhamento Artificial de um Poço”, preenchendo o espaço anular existente entre o revestimento/filtro e a parede da formação aquífera perfurada, com a finalidade de estabilizar os finos das formações aquíferas inconsolidadas.

Tabela 15 - Tipos de pré – filtro por unidade geológica.

TIPO	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte.	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%
PARANA	07	4,70	24	26,09	08	7,84	16	14,81	55	12,20
PEDRISCO	57	38,26	33	35,87	27	26,47	24	22,22	141	31,26
PEROLA	04	2,68	06	6,52	01	0,98	03	2,78	14	3,10
S.D.	33	22,15	07	7,61	13	12,75	08	7,41	61	13,53
N	48	32,21	22	23,91	53	51,96	57	52,78	180	39,91
TOTAL	149		92		102		108		451	100

3.12 ESPAÇO ANULAR DO PRÉ-FILTRO

A análise dos dados construtivos dos poços com filtro indica que na(s) faixa(s) de instalação do mesmo, o diâmetro de perfuração, não atende em muitos casos o espaço anular mínimo de 3”, para a colocação do material filtrante, formando um anel cilíndrico contínuo em torno do filtro.

Tabela 16 – Espaço anular do Pré-filtro.

ESPAÇO ANULAR DO PRÉ – FILTRO			
TIPO DE FILTRO	ATENDE AS NORMAS	NÃO ATENDE AS NORMAS	TOTAL
PVC	21	34	55
NOLD	02	15	17
JOHNSON	06	08	14
TUBO RASGADO	-	01	01
TOTAL	29	58	87

3.13 PROFUNDIDADE DA CIMENTAÇÃO POR UNIDADE GEOLÓGICA

A profundidade da cimentação é o trecho que vai do nível do solo até uma extensão necessária ao isolamento do trecho cimentado, conforme projeto executivo.

A cimentação e espessura podem ser simples e continua ou dupla porque varia a sua espessura ao longo da profundidade ou é realizada em faixas de profundidade de cimentação, podendo ser classificada em cimentação dupla continua e cimentação dupla descontinua. A profundidade dupla continua, caracteriza-se por dois trechos contínuos, mas com espessuras diferentes, enquanto que a cimentação dupla descontinua caracteriza-se pela cimentação em trechos das extremidades superior e inferior dos revestimentos. 74 unidades de poços (16,41 %) estão sem dados (SD), uma vez que as informações não constam nos relatórios técnicos. Os dados são apresentados nas Tabelas 17, 18, 19.

Tabela 18 – Profundidade da cimentação dupla.

CIMENTAÇÃO DUPLA			
PROFUNDIDADE	ATENDE AS NORMAS	NÃO ATENDE AS NORMAS	TOTAL
DUPLA CONTINUA	11	-	11
DUPLA DESCONTINUA	-	06	06
TOTAL	11	06	17

Tabela 17 – Profundidade da cimentação simples e continua.

CIMENTAÇÃO SIMPLES E CONTINUA			
PROFUNDIDADE	ATENDE AS NORMAS	NÃO ATENDE AS NORMAS	TOTAL
UOP JOHNSON	227	113	340
ABAS/DAEE/ SANEMAT	183	157	340
CETESB USP	128	212	340
ABNT 12244	Não apresenta comentários		
ABNT 12212	Em toda extensão necessária ao isolamento		

Tabela 19 – Espessura da cimentação.

ESPESSURA DA CIMENTAÇÃO			
ABNT 12244 E OUTROS	ATENDE AS NORMAS	NÃO ATENDE AS NORMAS	TOTAL
ESPESSURA SIMPLES	162	190	352
ESPESSURA DUPLA DESCONTINUA	-	06	06
ESPESSURA DUPLA CONTINUA	09	02	11
TOTAL	171	198	369

3.14 LAJE DE PROTEÇÃO DO POÇO POR UNIDADE GEOLÓGICA

A laje de proteção é um meio de obstrução da abertura existente na superfície externa do tubo de revestimento, uma vez que a água de escoamento superficial, pode infiltrar-se através desse espaço aberto e constituir -se em uma contaminação; portanto a laje de proteção juntamente com a cimentação do espaço anular, formam o conjunto de uma completa vedação ou isolamento do revestimento tubular do poço, prevenindo qualquer infiltração vertical ao longo de sua superfície externa.

Tabela 20 - Laje de proteção do poço por unidade geológica.

LAJE	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte.	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%	Qte	%
1	99	66,44	51	55,43	82	80,39	88	81,48	320	70,95
1,5	01	0,67	00	00	00	00	01	0,93	02	0,44
2	26	17,45	32	34,78	06	5,88	07	6,48	71	15,74
S.D.	17	11,41	07	7,61	09	8,82	05	4,63	38	8,43
N	06	4,03	02	2,17	05	4,90	07	6,48	20	4,43
TOTAL	149		92		102		108		451	100

3.15 VAZÃO DE POÇOS PRODUZIDOS POR BOMBA

A vazão ótima de um poço é obtida através de teste de vazão que objetiva determinar, por meio de bombeamento, o volume de água que pode ser extraído na unidade de tempo, visando o

aproveitamento técnico e econômico de poços, definida pela curva característica (vazão x rebaixamento). Os equipamentos comumente utilizados são: Bombas (Tabela 21) e Compressores (Tabela 22). Há ainda poços sem dados (Tabela 23), e outros não testados (Tabela 24).

Tabela 21 – Vazão de poço produzido por bomba.

VAZÃO (m ³ /h)	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%
1 – 3	06	4,03	00	00	25	24,51	42	38,89	73	16,19
3 – 7	14	9,40	12	13,04	19	18,63	26	24,07	71	15,74
7 – 15	35	23,49	22	23,91	13	12,75	09	8,33	79	17,52
15 – 20	08	5,37	13	14,13	01	0,98	02	1,85	24	5,32
20 – 25	04	2,68	03	3,26	02	1,96	00	00	09	2,00
25 – 30	04	2,68	00	00	00	00	00	00	04	0,89
30 – 40	03	2,01	03	3,26	00	00	01	,093	07	1,55
40 – 57	01	0,67	05	5,43	01	0,98	00	00	07	1,55
S.D.	00	00	01	1,09	01	0,98	01	0,93	03	0,67
SECO	01	0,67	00	00	02	1,96	00	00	03	0,67
SUB TOTAL	76	16,85	59	13,08	64	14,20	81	17,97	280	62,10

Tabela 22 – Vazão de poços produzidos por compressor.

VAZÃO (m ³ /h)	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%
1 – 3	01	0,67	00	00	08	7,84	03	2,78	12	2,66
3 – 7	13	8,72	03	3,26	09	8,82	08	7,41	33	7,32
7 – 15	25	16,78	11	11,96	05	4,90	05	4,63	46	10,20
15 – 20	08	5,37	04	4,35	01	0,98	01	0,63	14	3,10
20 – 25	04	2,68	03	3,26	01	0,98	00	00	08	1,77
25 – 30	00	00	01	1,09	00	00	00	00	01	0,22
30 – 40	00	00	02	2,17	01	0,98	00	00	03	0,67
40 – 57	00	00	01	1,09	00	00	00	00	01	0,22
SECO	00	00	00	00	02	1,96	00	00	02	0,44
SUB TOTAL	51	11,31	25	5,54	27	5,98	17	3,77	120	26,60

Tabela 23 – Vazão de poços sem informação do equipamento.

VAZÃO (m ³ /h)	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%
1 – 3	00	00	00	00	01	0,98	00	00	01	0,22
3 – 7	02	1,34	00	00	03	2,94	01	0,93	06	1,33
7 – 15	07	4,70	03	3,26	00	00	00	00	10	2,22
15 – 20	03	2,01	00	00	00	00	00	00	03	0,67
20 – 25	01	0,67	00	00	00	00	00	00	01	0,22
25 – 30	01	0,67	00	00	00	00	00	00	01	0,22
30 – 40	00	00	01	1,09	00	00	00	00	01	0,22
40 – 57	00	00	01	1,09	00	00	00	00	01	0,22
S.D.	02	1,34	01	1,09	01	0,98	00	00	04	0,89
SECO	01	0,67	00	00	03	2,94	02	1,85	06	1,33
SUB TOTAL	17	3,77	06	1,33	08	1,77	03	0,66	34	7,54

Tabela 24 – Poços não testados.

VAZÃO (m ³ /h)	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%
SECO	05	1,11	02	0,44	03	0,66	07	1,55	17	3,77
SUB TOTAL	05	1,11	02	0,44	03	0,66	07	1,55	17	3,77

3.16 TENDÊNCIAS POR FAIXAS DE VAZÃO NAS UNIDADES GEOLÓGICAS

Para melhor visualizar o teste por faixa de vazão e equipamentos, nas unidades geológicas, em termos de quantidade de poços/percentuais, dando uma visão geral do parâmetro em toda área urbana de Cuiabá, elaborou-se a Tabela 25 de tendências, onde os valores mais expressivos, maior (quadro vermelho) e menor (quadro preto) quantidade de poços, em ordem decrescente, são anotados numericamente. Valores abaixo e não expressivos são deixados em branco.

Tabela 25 - Tabela de tendências por faixas de vazão nas unidades geológicas.

EQUIPAMENTO	FAIXAS	I	II	IV	V
B O M B A	1-3			25	42
	3-7			19	26
	7-15	35	22		
	15-20	8	13		
	20-25	4	3		
	25-30	4			
	30-40	3	3		
	40-57	1	5		
	SECO	1		2	
C O M P R E S S O R	1-3			8	3
	3-7	13		9	
	7-15	25	11		
	15-20	8	4		
	20-25	4	3		
	25-30		1		
	30-40		2	1	
	40-57		1		
	SECO			2	
S E M D A D O S	1-3			1	
	3-7	2		3	
	7-15	7	3		
	15-20	3			
	20-25	1			
	25-30	1			
	30-40		1		
	40-57		1		
	SECO			3	2

3.17 MANTO DE ALTERAÇÃO

O manto de alteração consiste nos materiais inconsolidados (horizontes pedológicos e rocha alterada), limitada pelo topo do substrato rochoso (rocha sã).

As profundidades do manto de alteração foram obtidas conforme descrições litológicas constantes nos relatórios técnicos, com mínimo de 05m nas unidades geológicas IV e V e o máximo de 100m nas unidades geológicas I e V. O valor da profundidade média das médias nas unidades geológicas é de 29,90 m, conforme mostra a Tabela 26.

Tabela 26 - Espessura do manto de alteração.

PROFUNDIDADE	UNID. I	UNID. II	UNID. IV	UNID. V
MÍNIMO	07	06	05	05
MÉDIO	28,72	37,29	24,55	29,03
MÁXIMO	100	85	70	100

3.18 VARIAÇÃO DO MANTO DE ALTERAÇÃO EM RELAÇÃO AO REVESTIMENTO

A variação da espessura do manto de alteração em relação ao comprimento do revestimento (manto revestimento) por unidade geológica indica os poços onde a profundidade do revestimento está igual (zero), menor (< 0) e maior (> 0) que o manto de alteração.

Tabela 27 - Variação do manto em relação ao revestimento.

VARIAÇÃO	UNID. I		UNID. II		UNID. IV		UNID. V		TOTAL	
	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%	Qte.	%
ZERO	22	17,05	22	25,58	13	13,54	22	20,75	79	18,94
< 0	82	63,57	54	62,79	68	70,83	60	56,60	264	63,31
> 0	25	19,38	10	11,63	15	15,63	24	22,64	74	17,75
VÁLIDOS	129	100	86	100	96	100	106	100	417	100
SD	20		06		06		02		34	
TOTAL	149		92		102		108		451	100

3.19 DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DO MANTO EM RELAÇÃO AO VALOR MÉDIO

A distribuição dos valores da espessura do manto de alteração em torno de sua profundidade média por unidade geológica indica os poços cujo manto de alteração estão abaixo, ou acima do seu valor médio, como demonstrado na Figura 1.

Conforme Tabela 26, a espessura do manto de alteração é muito variável, desde valores baixos como o mínimo, apresentado com 5 m de profundidade, até valores com profundidades bem maiores, apresentado com 100 m; porém, todos os poços possuem a média de profundidade por unidade geológica menor que 40 m. A média das médias das profundidades ficou em 29,90 m.

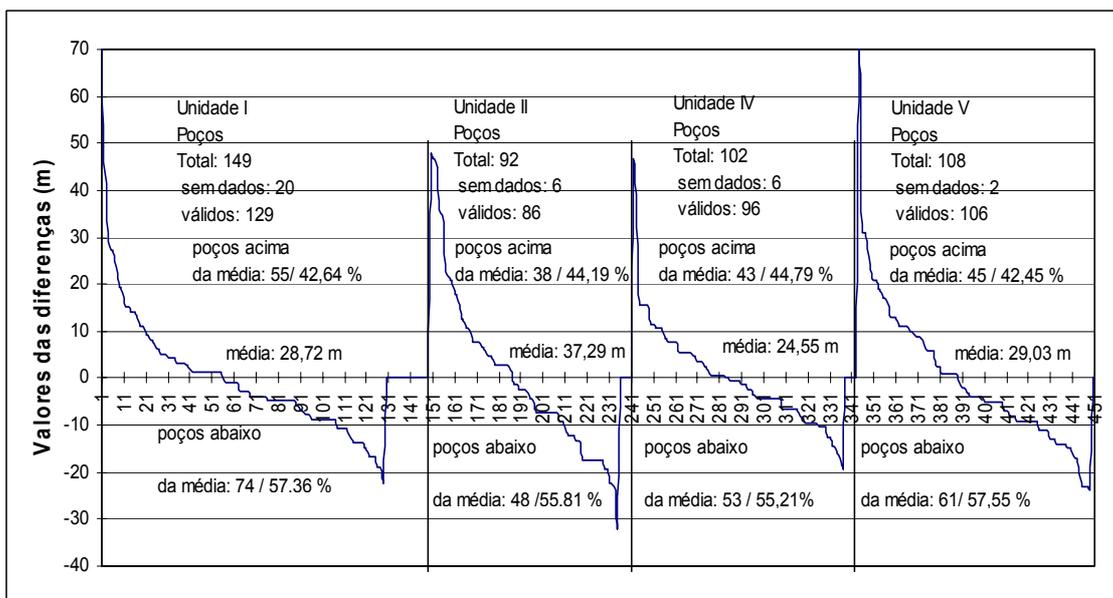


Figura 1 – Variação do manto de alteração em relação ao valor médio por unidade geológica.

4 - OS PARÂMETROS CONSTRUTIVOS DE POÇOS E O RISCO AMBIENTAL

A prática do lançamento dos esgotos no solo através do uso generalizado de fossas sépticas e drenos, produtos derivados de petróleo, entre outros, constituem uma das principais causas de contaminação das águas subterrâneas, em áreas urbanas em todo mundo. E, com o incremento do uso das águas subterrâneas através do Poço Tubulares Profundos, estes, associados a técnicas construtivas inadequadas, vêm se tornando uma importante fonte de contaminação biológica e/ou química, porque atingem as águas subsuperficiais de maneira direta e imediata.

Outra questão relevante para a área urbana de Cuiabá é que os aquíferos são caracterizados como livres e meio fraturado conseqüentemente provocando altas taxas de velocidade e distâncias para a percolação de bactérias patogênicas e vírus.

Além disso, em aquíferos livres, como o caso do grupo Cuiabá, a zona saturada está próxima da superfície, onde 81,5 % dos poços apresentam níveis de saturação até 15m de profundidade, o que indica águas subterrâneas pouco profundas tornando-as mais vulneráveis à contaminação.

Dessa forma, este trabalho também contempla as relações existentes entre o perfil construtivo dos poços existentes em Cuiabá, e suas potencialidades na contaminação/poluição das águas subterrâneas, baseando-se na proteção sanitária do poço, tipos-idades-profundidades do revestimento, e a espessura do manto de alteração. Pois, a proteção da qualidade da água subterrânea depende do projeto do poço e dos métodos e materiais usados em sua construção.

4.1 REVESTIMENTOS E FILTROS METÁLICOS

A constituição do solo, ao nível do manto de alteração, na faixa de instalação do revestimento, de filitos com presença de níveis de carbonatos, produz um pH do solo e das nossas águas em torno

de 7,8 com uma tendência a basicidade. O uso dos revestimentos de PVC neutraliza os efeitos da tendência incrustante e/ou corrosiva dessas águas.

4.1.1 Poços revestidos com Aço Preto, Filtros Metálicos e vida útil acima dos 20 anos

A principal causa que afeta a qualidade das águas subterrâneas nos poços de Cuiabá estão relacionados à vida útil desses revestimentos, pois ao longo dos anos, têm sido acometidos pelos processos de corrosão e incrustação, causando a sua degeneração e no caso de falência estrutural, permitem a introdução direta de poluentes, principalmente pelas águas da infiltração que lixiviam contaminantes naturais e/ou aqueles produzidos em fossas, tanques de combustíveis, etc...

Tabela 28 – Poços revestidos com Aço Preto, Filtros Metálicos e vida útil acima dos 20 anos.

	AÇO PRETO		FILTROS METALICOS	
	Nº de poços	Percentual	Nº de poços	Percentual
Unidade I	25	16,78	02	1,34
Unidade II	12	13,05	01	1,09
Unidade IV	13	12,75		
Unidade V	02	1,85		

4.1.2 Proteção Sanitária

A proteção sanitária envolve parte do acabamento do poço, e considera a profundidade e espessura da cimentação, bem como a laje de proteção. A principal causa proveniente de inadequação dos poços quanto a proteção sanitária refere-se a percolação das águas provenientes do escoamento superficial, redes de águas servidas, provocando também contato direto de contaminantes com as águas subterrâneas.

Tabela 29 - Percentuais de poços inadequados quanto a Proteção sanitária.

Unidades	PROFUNDIDADE DA CIMENTAÇÃO		ESPESSURA DA CIMENTAÇÃO		LAJE DE PROTEÇÃO	
	Nº de poços	Percentuais	Nº de poços	Percentuais	Nº de poços	Percentuais
Unidade I	72	48,33	63	42,28	23	15,44
Unidade II	58	62,63	36	39,11	09	9,78
Unidade IV	42	40,85	50	49,02	14	13,72
Unidade V	46	42,78	49	45,37	12	11,11

4.1.3 Poços inadequados em relação à profundidade do revestimento

A profundidade mínima do revestimento deve ir além do solo alterado entre 1,5m a 2m para fazer o seu encaixe na rocha sã, providenciando a cimentação nesse trecho.

Em Cuiabá o maior problema relacionando entre os poços tubulares existentes e o manto de alteração é a profundidade de instalação dos revestimentos. Esta profundidade, pela legislação vigente, deve ir além da espessura do manto de alteração, entre 1,50 a 2,00m, a fim de que se instale

no substrato rochoso, ou seja, encaixe-se na rocha sã, providenciando-se a cimentação do espaço nesse trecho.

A zona não saturada encontra-se em média a 15 metros de profundidade (81,5% dos poços), indicando pouca profundidade e, conseqüentemente alto risco a contaminação.

Tabela 30 - Percentuais de poços inadequados quanto a profundidade do revestimento.

Unidades	Poços Validos	Poços com profundidade inadequada		Nº de poços sem dados	Total de poços por unidade
	Quantidade	Quantidade	%		
Unidade I	129	104	80,62	20	149
Unidade II	86	76	88,37	6	92
Unidade IV	96	81	84,37	6	102
Unidade V	106	82	77,35	2	108
Total geral	417	343	82,25	34	451

5 – CONCLUSÕES

- 1) 53,66% dos poços tubulares profundos na área urbana de Cuiabá tem sido executados as margens das Normas ABNT 12244 (1992).
- 2) O conjunto dos parâmetros analisados cuja qualidade construtiva é inadequada aumenta o grau de risco ambiental, tornando os sistemas mais vulneráveis a contaminação.
- 3) A suscetibilidade à contaminação por técnicas construtivas inadequadas é maior nas unidades I e IV, e menor em II, V.
- 4) Dos relatórios técnicos, 209 (46,34 %) estavam com os dados completos e 242 (53,66 %) com dados parciais incompletos segundo a ABNT 12244 (1992) - item 5.5.4.1..
- 5) 241 poços (53,66%) estão instalados na Formação Rio Coxipó e 210 (46,56%) na Formação Miguel Sutil.
- 6) Dos 451 poços cadastrados apenas 351 (77,83%) apresentam o croqui como parte integrante dos relatórios técnicos.
- 7) O método à percussão representa 65,85%, o rotopneumático 19,29% e o rotativo 13,08%.
- 8) O diâmetro útil utilizado nas perfurações em sua maioria é o de 6” representando 69,96 % dos poços, seguida de 8” com 22,62%.
- 9) As profundidades dos poços variam em função do diâmetro/unidade geológica, e atingem valores mínimos entre 50-95m; médios entre 105,16 – 129,17m e, máximos entre 200 – 221m.
- 10) O comprimento médio dos revestimentos está em torno de 33m. O revestimento mais utilizado é o de PVC com 59,86% dos poços, sendo o Aço Preto com 32,37%; destes 52 poços (35,61%) estão no limite e acima da vida útil.

- 11) Dos poços com filtro, 63,21% são de PVC e 36,78% são metálicos; destes, os tipos Nold apresentam 14,94% na faixa de 10-20 anos e, 2,29% na faixa de 20-30 anos. O comprimento médio dos filtros está em torno de 9,0m.
- 12) Nos poços com filtro, 58 (66,66%) apresentam espaço anular inadequado a instalação do pré-filtro, segundo norma ABNT 12212 (1992).
- 13) A profundidade da cimentação simples e continua, apresenta 212 poços (47%) que não atendem a profundidade mínima, enquanto que a profundidade da cimentação dupla 06 poços (1,3%) não atendem esse requisito.
- 14) A espessura da cimentação simples e, dupla continua e descontinua, apresenta-se com 198 poços (43,90%) que não atendem o mínimo de 5 cm estabelecido pela norma ABNT 12244 (1992).
- 15) A laje de proteção apresenta 393 poços (87,13%) com áreas de 1-3m² atendendo norma ABNT 12244 (1992); 12,87% estão sem dados e/ou secos.
- 16) 62,10% das vazões de poços foram obtidas através de teste com bomba, 26,60% com compressor e 7,53% não especifica o equipamento utilizado, sendo que 73,40% dos poços possuem vazões de 1-15 m³/h.
- 17) A Formação Miguel Sutil apresenta-se com predominância de vazão de poços até 7 m³/h; enquanto que vazões acima e até 57 m³/h predominam na Formação Rio Coxipó.
- 18) A espessura do manto de alteração varia em função das unidades geológicas e atinge valores mínimos entre 05-07m; médios entre 24,55-37,29m e, máximos entre 70-100m, ficando a média das médias em 29,90m.
- 19) Em 343 poços (82,25%) a profundidade do revestimento é igual ou menor que a espessura do manto, sendo que em apenas 74 poços (17,75%) o revestimento esta cravado na rocha.
- 20) Em 81,5% dos poços, a espessura da zona não saturada vai até 15m, o que indica águas subterrâneas pouco profundas.