

**ESTUDO DE CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA EM SOLOS DE SAVANA
ENCONTRADOS EM ÁREAS A MARGEM DREITA DO CÓRREGO DA ONÇA,
MUNICÍPIO DE UBERLÂNDIA/ MG/ BR**

Luiz Antonio de Oliveira

Samuel Lacerda de Andrade

Luiz Antônio de Oliveira. Professor adjunto. Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos. Instituto de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. luiz.ao@yahoo.com.br

Samuel Lacerda de Andrade. Bolsista do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Uberlândia. samuellacerda1710@hotmail.com

Universidade Federal de Uberlândia- UFU/IG

Av. João Naves de Ávila, 2121 - Bairro Santa Mônica – Uberlândia- MG

RESUMO

Por suas características físicas, principalmente textura e estrutura, os oxissolos, solos evoluídos e amplamente intemperizados das regiões de savana (cerrado) no Brasil, apresentam boas condições de circulação de fluídos, o que de certa forma os tornam vulneráveis ‘a processos de contaminação. Um dos parâmetros utilizados na análise de vulnerabilidade é o conhecimento do comportamento da condutividade hidráulica e que constitui o objetivo desse trabalho. A área de estudo localiza-se na micro-bacia do córrego da Onça, município de Uberlândia, Minas Gerais, Brasil. Na determinação dos valores de condutividade hidráulica em superfície e em profundidade foram utilizadas respectivamente nessa ordem as técnicas de anéis concêntricos e *open end hole*. Os valores de condutividade hidráulica de superfície nos pontos amostrados variaram entre 1×10^{-5} a 9×10^{-5} . Os valores de condutividade nas profundidades de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 m variaram entre $4,1 \times 10^{-6}$ a $2,5 \times 10^{-5}$. A análise textural e respectivo enquadramento no triângulo textural, indicam composição argilosa dos solos nas diferentes profundidades. Materiais com condutividade hidráulica acima de 1×10^{-7} são considerados permeáveis, sendo assim, constata-se que esses solos estão sujeitos a contaminação química, seja ela de forma direta, por uso agrícola ou resíduos das atividades urbanas.

Eixo temático: Manejo, Gerenciamento Risco e Vulnerabilidade

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas que tem por objetivo a identificação das características físicas dos solos são de fundamental importância para o entendimento da dinâmica deste com o Homem.

Essencial para a manutenção da vida e biodiversidade na terra, as principais funções exercidas pelo solo são de sustentação, base para agricultura e obras engenharia, filtrante de impurezas no solo e regularizador e purificador da água e clima no planeta.

Como parte do ciclo hidrológico, o solo é responsável por permitir a percolação da água até áreas de confinamento subterrâneo ou lençóis freáticos. Assim solos que tendem a ser condutivos e permeáveis estão tecnicamente expostos a contaminação química, seja ela de forma direta, que ocorre com a ação ativa do homem no uso de agrotóxicos no cultivo agrícola ou o aterramento de produtos químicos, ou de forma indireta, que é caracterizado pela contaminação ocorrida através de componentes químicos presentes na atmosfera com alto índices de poluentes.

2. METODOLOGIA

Muitas vezes os parâmetros condutividade hidráulica (K) e permeabilidade são parâmetros distintos e que não podem ser confundidos. O primeiro representa a capacidade do solo em facilitar o escoamento de água, enquanto que o segundo relaciona-se às características inerentes do meio (textura, porosidade, estrutura, dentre outros). De acordo com Oliveira, Gonçalves e Martins (2007), a avaliação da condutividade hidráulica é feita utilizando-se técnicas de campo e de laboratório, enquanto que a permeabilidade pode ser definida por análises de textura (laboratório), estrutura (observação de campo), dentre outras. A condutividade hidráulica é controlada pelas características de permeabilidade do meio, Oliveira (2002); Lousada (2005); Gaspar (2006).

Em campo a localização geográfica dos pontos para a realização dos ensaios de infiltração e de coleta das amostras de solos foi feita utilizando aparelho GPX Garmim, Etrex Legend, datum SAD69 e coordenadas planas UTM, com acurácia de 7 m. Posteriormente o mapa de localização foi gerado através da Carta topográfica Rio das Pedras escala 2.500, e com a utilização de uma ortofoto 2006, disponibilizada no site do

IBGE(Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O programa de software utilizado foi o Arc Gis 9.3.

Em campo, para se obter o coeficiente de infiltração no subsolo utilizou-se a técnica *open end hole*. A técnica *open end hole* consiste em se utilizar tubos de PVC, para determinar o coeficiente de infiltração no subsolo, observando-se o diâmetro e o comprimento do tubo. Foram realizadas perfurações a 0,50, 1,0 e 1,5 m de profundidade. Assim os tubos são introduzidos nos poços previamente perfurados. Conforme ABGE (1996) esses ensaios são classificados como ensaios de rebaixamento, realizados com carga variável (flutuação do nível d'água) e com injeção de água, na zona não saturada do aquífero. Esses métodos têm como principal característica direcionar a infiltração da água verticalmente, possibilitando a avaliação do potencial superficial dos solos à recarga nos períodos de excedente hídrico.

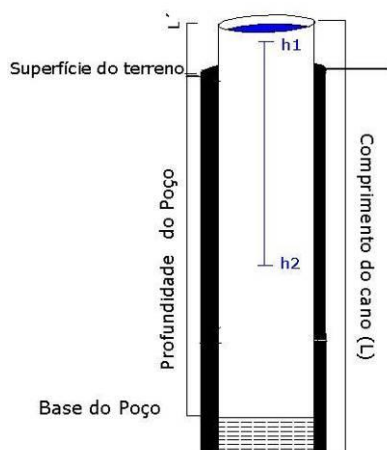


Figura1. Tubo de PVC- técnica *open and hole*

O resultado do valor da determinação da condutividade hidráulica com o uso *open end hole* é obtido pela aplicação da seguinte equação:

$$K = r_1 / 4 \Delta t \cdot 2,303 \cdot \log (h_1/h_2), \text{ resultado em m/s.}$$

Onde:

h_1 - nível da água no início da medição;

h_2 - nível da água após o intervalo de tempo Δt ;

Δt - tempo de infiltração;

r_1 - raio interno do tubo.

Em campo, a coleta de solos foi realizada de acordo com os procedimentos descritos em Lemos (2002). Utilizou-se trados helicoidais com diâmetro de 50 mm e hastes com comprimento de até 1,5 m. Foram realizadas perfurações a 0,50, 1,0 e 1,5 e 2,0 m de profundidade. As amostras foram dispostas em sacos plásticos, e foram identificadas conforme o ponto de coleta e suas respectivas localizações geográficas, e posteriormente encaminhadas para análise textural no laboratório de solos do ICIAG (Instituto de Ciências Agrárias) da UFU (Universidade Federal de Uberlândia).

A identificação dos tipos de solos analisados foi realizada com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - EMBRAPA (1999).

Para a mensuração condutividade hidráulica superficial utilizou-se a técnica dos anéis concêntricos. Esta ferramenta é composta por dois anéis, um externo e outro interno com diâmetro de 250 mm de largura e 350 mm de altura. Assim crava-se 10cm no solo, satura-se a porção de solo existente do anel externo, e posteriormente no interno, a partir desta etapa é calculada condutividade hidráulica

Os valores de condutividade hidráulica, utilizando-se os dados levantados em campo, serão obtidos pela aplicação da fórmula:

$$K_f = U \cdot I / \Delta t \cdot \ln h_0 / h_t \text{ (resultados em m/s)}$$

Onde:

I - Profundidade de cravação (cm);

h_0 - coluna d'água inicial;

h_t - coluna d'água final;

Δt - tempo decorrido para o rebaixamento entre h_0 e h_t .

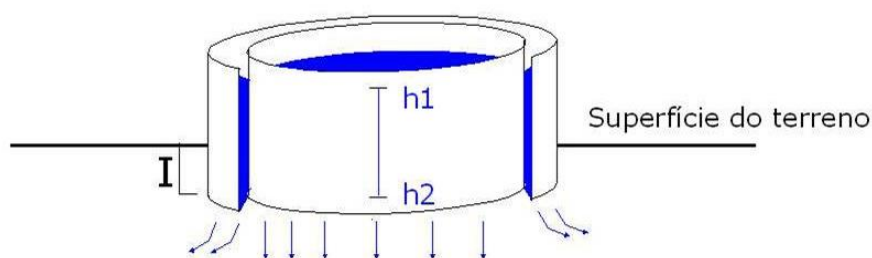
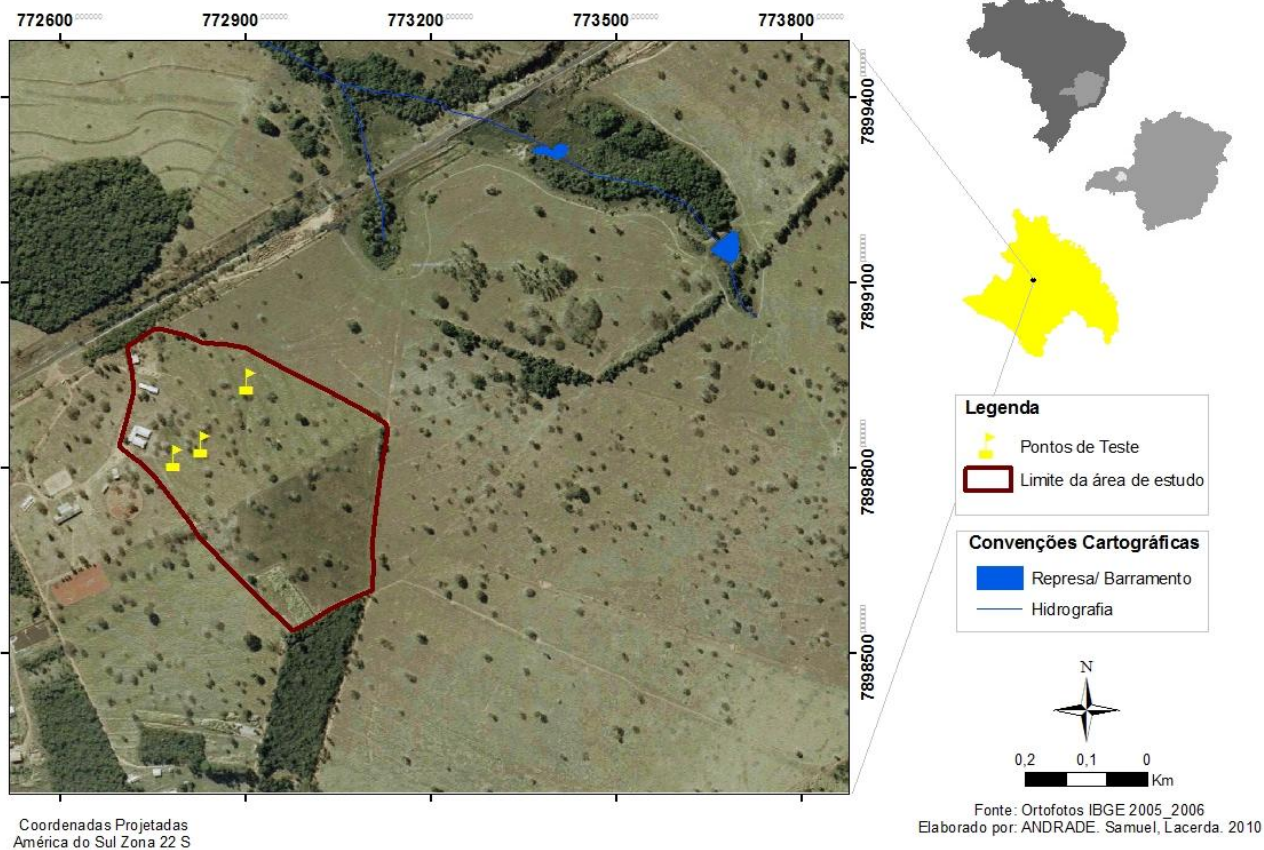


Figura 2. Ilustração esquemática do método dos anéis concêntricos.

3. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Á área de estudo no qual foi realizado o estudo está localizada entre as coordenadas 772600 S Longitude e 7898500 O Latitude, situado na bacia hidrográfica do córrego da Onça, no município de Uberlândia no estado de Minas Gerais- Brasil.



Mapa 1- Localização da área de estudo e pontos de teste

As coordenadas geográficas dos pontos no qual foram realizados os testes de permeabilidade hidráulica estão relacionados na tabela abaixo.

| Local | Coordenadas | | | Uso do Solo |
|---------|-------------|-----------|--------------|-------------|
| | Latitude | Longitude | Altitude (m) | |
| Ponto1 | 772785 | 7898818 | 860 | Pastagem |
| Ponto 2 | 772829 | 7898839 | 855 | Pastagem |
| Ponto 3 | 772902 | 7898941 | 850 | Pastagem |

Tabela 1- Localização Geográfica dos Pontos de teste

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1. Condições Climáticas de Uberlândia

O clima de Uberlândia é controlado pelas massas de ar continentais (Equatorial e Tropical) e Atlânticas (Polar e Tropical). Os deslocamentos dessas massas de ar são responsáveis pela marcante alternância de estações úmidas e secas, e respondem direta e indiretamente, pelas condições climáticas na região.

Segundo a classificação de Köppen, adotada universalmente e adaptada no Brasil, o clima de Uberlândia tem a classificação Aw, ou seja, o inverno é seco e o verão chuvoso. Utilizando-se de dados coletados na estação climatológica da Universidade Federal de Uberlândia - UFU, com uma série histórica de 13 anos, foi calculado balanço hídrico, figura 1 e climograma, figura 2.

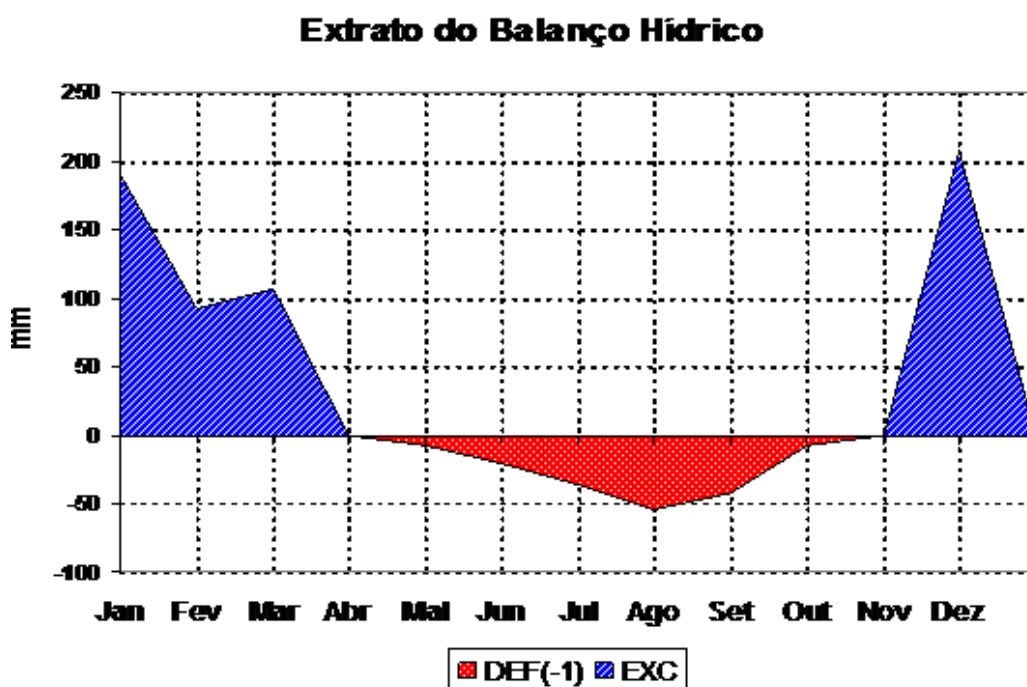


Figura 1 – Balanço hídrico de Uberlândia/MG, média de 13 anos, período 1997 a 2009.

Observando o gráfico da figura 1, constata-se que o período de déficit hídrico ocorre entre os meses de abril e novembro, período em que se comparado com o climograma(figura 2) constata-se a diminuição do volume precipitado, já o período de excedente hídrico entre dezembro e março.

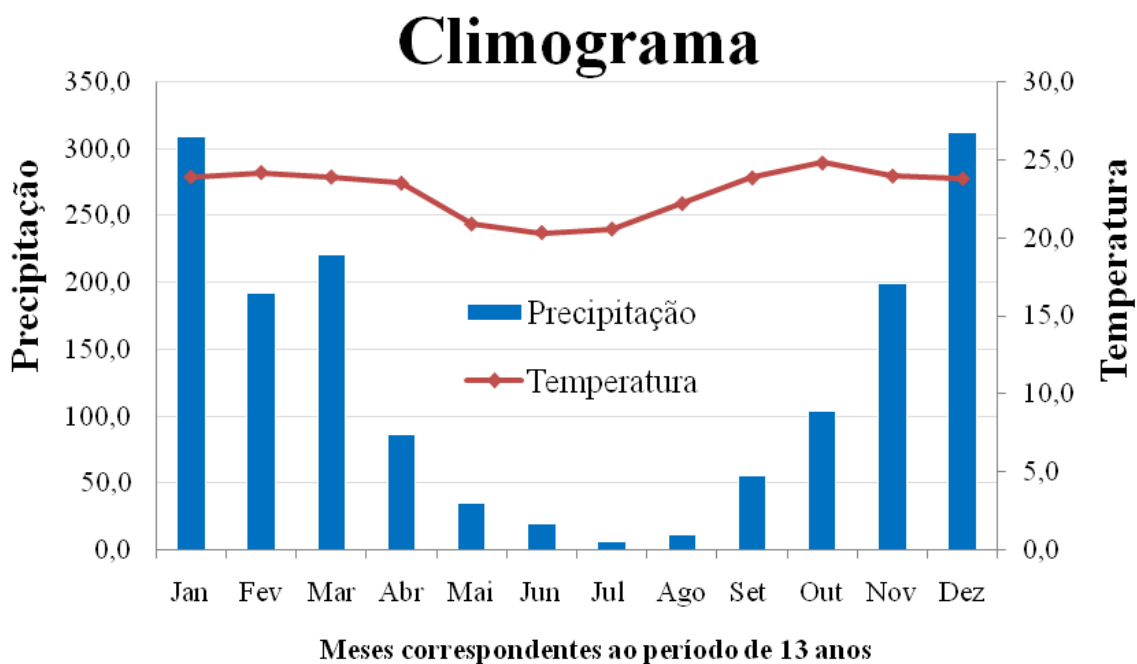


Figura 2 – Climograma (média de temperatura e precipitação de 1997 a 2009)

Analisando o climograma constata-se que os meses de junho e julho, são os meses mais frios do ano, apresentando temperatura média inferior a 20°C, enquanto que a temperatura média referente aos meses mais quentes é superior a 23°C. O mês mais quente do ano é o de outubro onde a temperatura média ultrapassa 24° C. A temperatura média anual em Uberlândia é de 22,4° C.

Análise das precipitações indica à média pluviométrica anual é de 1.583 mm. Sendo que os meses de outubro a abril concentram 92% do total precipitado anualmente.

4.2. Geologia Local

A região de Uberlândia está localizada no Triângulo Mineiro- Minas Gerais, borda nordeste da Bacia do Paraná. Em função de sua localização marginal na referida bacia, as estruturas presentes resumem-se à sucessão jurássico-cretácea: sedimentos eólicos da Formação Botucatu; basaltos da Formação Serra Geral e os sedimentos do Grupo Bauru. Os depósitos cenozóicos compreendem colúvios pedogenizados localizados em áreas de escarpa de basalto, depósitos inconsolidados de fundo de vale e depósitos fluviais caracterizados por areais e cascalhos.

Na área estudada, o Grupo Bauru é representado pela Formação Marília. A Formação Marília está sobreposta aos basaltos da Formação Serra Geral compondo a área de chapada (entre 880-950 metros de altitude).

Conforme distinção litológica e estrutural, a Formação Marília divide-se em duas sub-unidades. A basal é constituída pelas fácies conglomeráticas do Membro Araguari e a superior é constituída por latossolos ferralíticos, Oliveira (2002), Oliveira (2003), Oliveira & Campos (2003), Oliveira & Campos (2004).

4.3. Caracterização dos solos

Os diferentes tipos de solo presentes na área de estudos estão condicionados pela geologia e pelo relevo. A variação mineralógica está relacionada a fatores químicos como processos de intemperismo dos arenitos do Grupo Bauru, mais especificamente da Formação Marília. Os solos que evoluíram a partir do intemperismo dos arenitos têm sua distinção química associada ao tipo de cimento presente no arcabouço da rocha matriz, que neste caso é de óxido de ferro. A fração mineral deste solo é dominada por quartzo.

Do ponto de vista do grau de evolução, esses solos são classificados como latossolos amarelos, solos profundos e evoluídos que ocorrem em áreas de relevo plano. Quanto à textura, esses solos variam de areno-argilosos a argilo-arenosos ou arenosos.

5. RESULTADOS

Os Resultados de condutividade hidráulica dos distintos pontos encontram-se sumariados na tabela 1.

| Ponto | Condutividade hidráulica na superfície do solo K (m/s) | Condutividade em diferentes profundidades K (m/s) | |
|---------|---|--|----------|
| | | | |
| Ponto 1 | 2.7 E ⁻⁵ | 0,5 m | 7 E-06 |
| | | 1,0 m | 2.5 E-05 |
| | | 1,5 m | 4.5 E-06 |
| | | 2,0 m | 4.2 E-06 |
| Ponto 2 | 4.3 E ⁻⁵ | 0,5 m | 7 E-06 |
| | | 1,0 m | 2.4 E-05 |
| | | 1,5 m | 9 E-06 |
| | | 2,0 m | 5.0E-06 |
| Ponto 3 | 4.8 E ⁻⁵ | 0,5 m | 6.7 E-06 |
| | | 1,0 m | 2.2 E-05 |
| | | 1,5 m | 6.6 E-05 |
| | | 2 | 4.1 E-06 |

Tabela 1 – Sumário dos resultados de condutividade hidráulica dos pontos distintos

Os valores de condutividade hidráulica (K) de superfície nos pontos 1, 2 e 3 variaram respectivamente nessa ordem em $2.7 \cdot 10^{-5}$, $4.3 \cdot 10^{-5}$ e $4.8 \cdot 10^{-5}$. As variações de valores não foram significativas visto que permaneceram dentro da mesma unidade logarítmica. Solos que apresentam valores de condutividade hidráulica superiores a 10^{-7} são considerados permeáveis. De modo comparativo, vale ressaltar que em superfície, os maiores valores de condutividade hidráulica estão sendo condicionados pela matéria orgânica.

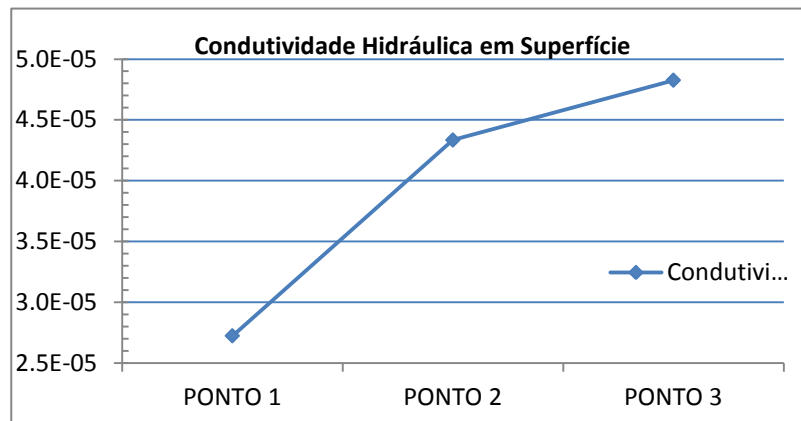


Gráfico 1 – comportamento da condutividade hidráulica na superfície dos solos

No ponto 1, em profundidades de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 m os valores de K variam respectivamente nessa ordem em 7.10^{-6} , 2.5^{-5} , $4,5.10^{-6}$ e $4,2.10^{-6}$. Análise dos dados demonstra que a 0,5 m de profundidade o valor de K é inferior aquele observado em 1,0, comportamento esse sendo condicionado pela compactação do solo. Em 1,5 e 2,0 m de profundidade há uma redução dos valores de K quando comparados aquele levantado em 1,0 m de profundidade, esse comportamento é condicionado pelo aumento de argila em profundidade. O comportamento de K em diferentes profundidades desse ponto pode ser observado no gráfico 2. De modo geral, os resultados identificam solos permeáveis.

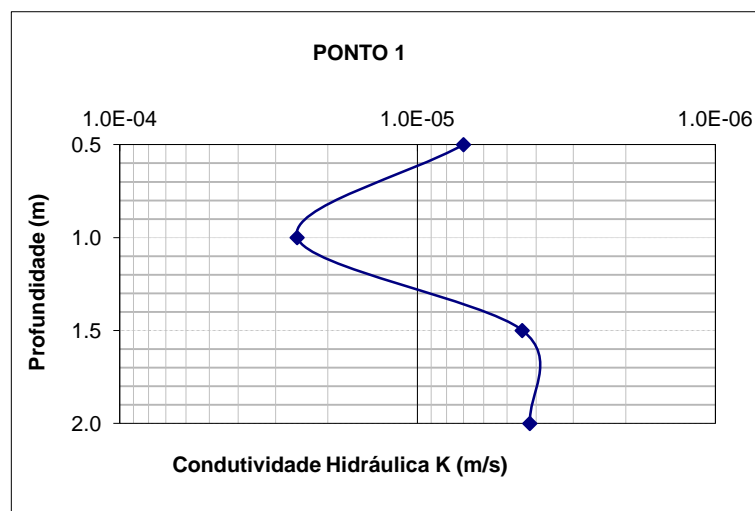


Gráfico 2 – comportamento da condutividade hidráulica no ponto 1. Profundidades de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 de profundidade

No ponto 2, em profundidades de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 m os valores de K variam respectivamente nessa ordem em 7.10^{-6} , 2.4^{-5} , 9.10^{-6} e 5.10^{-06} . Análise dos dados demonstra que a 0,5 m de profundidade o valor de K é inferior aquele observado em 1,0, comportamento esse sendo condicionado pela compactação do solo. Em 1,5 e 2,0 m de profundidade há uma redução dos valores de K quando comparados aquele levantado em 1,0 m de profundidade, esse comportamento é condicionado pelo aumento de argila em profundidade. O comportamento de K em diferentes profundidades desse ponto pode ser observado no gráfico 3. De modo geral, esses solos são permeáveis.

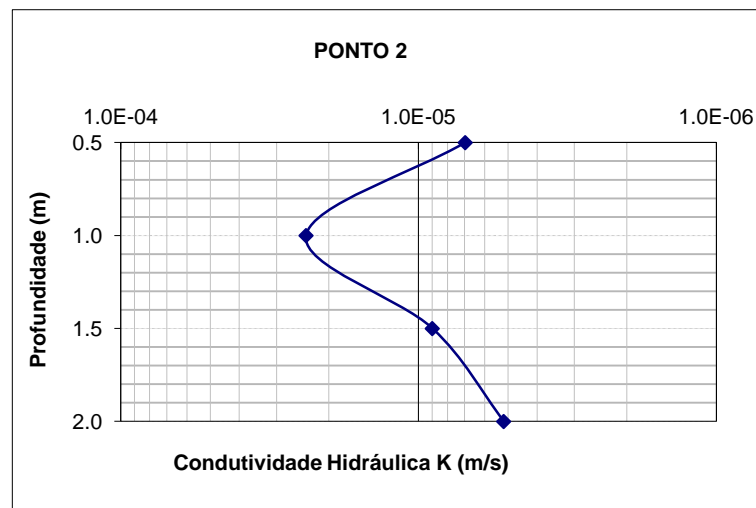


Gráfico 3 – comportamento da condutividade hidráulica no ponto 2. Profundidades de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 de profundidade

No ponto 3, em profundidades de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 m os valores de K variam respectivamente nessa ordem em $6,7.10^{-6}$, $2,2.10^{-5}$, $6,6.10^{-6}$ e $4,1.10^{-06}$. Análise dos dados demonstra que a 0,5 m de profundidade o valor de K é inferior aquele observado em 1,0, comportamento esse sendo condicionado pela compactação do solo. Em 1,5 e 2,0 m de profundidade há uma redução dos valores de K quando comparados aquele levantado em 1,0 m de profundidade, esse comportamento é condicionado pelo aumento de argila em profundidade. O comportamento de K em diferentes profundidades desse ponto pode ser observado no gráfico 4. De modo geral, esses solos são permeáveis.

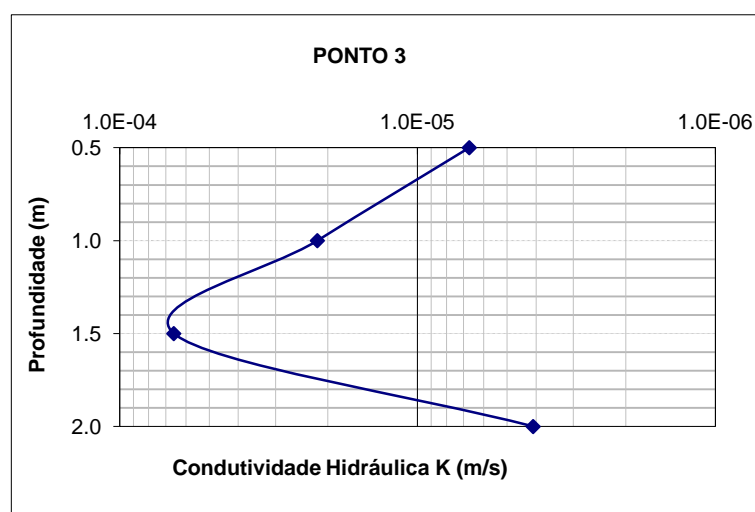


Gráfico 4 – comportamento da condutividade hidráulica no ponto 3. Profundidades de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 de profundidade

Análise integrada dos valores determinados nos pontos 1, 2 e 3, indicam homogeneidade no comportamento de condutividade hidráulica. Ambos apresentaram menores valores a 0,5 m, indicando compactação do material nessa profundidade. Valores inferiores levantados a 1,5 e 2,0 m de profundidade são condicionados por aumento de argila em profundidade.

Os dados relativos à análise textural dos solos da área de estudo estão sumariados na tabela 3.

| Identificação | | Areia Grossa | Areia Fina | Silte | Argila | Classe Texturas |
|---------------|-------|--------------|------------|-------|--------|-----------------|
| Produtor | LABOR | $g\ kg^{-1}$ | | | | |
| A1 | 32 | 210 | 270 | 5 | 515 | ARGILA |
| A2 | 33 | 198 | 244 | 89 | 469 | ARGILA |
| A3 | 34 | 196 | 267 | 18 | 519 | ARGILA |
| A4 | 35 | 181 | 262 | 51 | 506 | ARGILA |
| A5 | 36 | 217 | 276 | 52 | 456 | ARGILA |

Tabela 3 - Análise textural do solo.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo comparativo Troger *et al.*, (2002) determinaram valores de condutividade de 10^{-7} a 10^{-6} em latossolos da região de Caldas Novas/GO, Lousada (2005) determinou valores de 10^{-6} em latossolos do Distrito Federal. Oliveira (2002) e Gaspar (2006) determinaram valores de condutividade variando entre 10^{-7} a 10^{-5} em latossolos da região dos cerrados. Assim há uma homogeneidade no comportamento da infiltração dos solos analisados, quando comparados a outros estudos já existentes.

7. REFERÊNCIAS

ABGE. Ensaio de permeabilidade em solos - orientações para sua execução no campo. **Boletim n.º. 4**. São Paulo, 1996. In: OLIVEIRA, A. M. S., CORRÊA FILHO, D.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS – 1999 – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Rio de Janeiro, 412 pp.

GASPAR, M. T. G. **Sistema Aquífero Urucuaia**: caracterização regional e propostas de gestão. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade de Brasília, Instituto de Geociências. Brasília, 2006. 158 p.

LEMONS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 4. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83 p.

LOUSADA, E. O. **Estudos hidroquímicos e isotópicos no Distrito Federal**: modelos conceituais de fluxo. Tese (Doutorado em Geologia). Instituto de Geociências. Universidade de Brasília. Brasília, 2005. 128 p.

OLIVEIRA, L. A. **O Sistema Aquífero Bauru na Região de Araguari/MG**: parâmetros dimensionais e propostas de gestão. Dissertação (Mestrado em Geologia). Universidade de Brasília. Instituto de Geociências. Brasília, 2002. 121 p.

OLIVEIRA, L. A. **Caracterização dos latossolos da chapada de Araguari:** minerais argilosos, granulometria e evolução.. Caminhos da Geografia (UFU. Online). , v.8, p.20 - 37, 2003.

OLIVEIRA, L. A., CAMPOS, J. E. G. **Sequência conglomerática do Membro Araguari - Grupo Bauru - Norte do Triângulo Mineiro.** Geociências (São Paulo). , v.22, p.43 - 51, 2003.

OLIVEIRA, L. A., CAMPOS, J. E. G. **Parâmetros hidrogeológicos do Sistema Aquífero Bauru na Região de Araguari/MG:** fundamentos para a gestão do sistema de abastecimento de água. Revista Brasileira de Geociências. , v.34, p.213 - 218, 2004.

OLIVEIRA, L. A.; GONÇALVES, R. M.; MARTINS, F. P. contraste de condutividade hidráulica em solos de texturas arenosa e argilosa encontrados nos tributários da margem esquerda do rio Tijuco, município de Ituiutaba, estado de Minas Gerais, Brasil. **Caminhos de Geografia Uberlândia** v. 11, n. 33 março/2010 p. 230 - 243 Página 231.

TROGER, U.; CAMPOS, J. E. G; CADAMURO, A. L.; REGO, A. P. M; TADAO, C.; CHRISTIAN, J. C. D.; CRISTINE, G.; PONTES, H. C.; D'ANGIOLELLA, G.; OLIVEIRA, L. A.; LIMA, M. C. **Hidrogeologia aplicada na região de Caldas Novas, Goiás:** caracterização dos aquíferos e balanço hídrico preliminar. Relatório inédito. Instituto de Geociências. Universidade de Brasília. Out 2000. 90 p.