

A Utilização do Permeâmetro Guelph em Diferentes Tipos de Uso e Ocupação dos Solos da Chapada Uberlândia/Uberaba – MG

BORGES, Fabiano Alves

Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia
e-mail: fabianofab@yahoo.com.br

BORGES, Raffaella Fernandes

Graduanda em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia
e bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq
e-mail: raffaella_borges@yahoo.com.br

NISHIYAMA, Luiz

Professor Doutor do Instituto de Geografia da
Universidade Federal de Uberlândia

CAMPOS, Eduardo Humberto

Graduando em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia
e bolsista de Iniciação Científica PBIIC/FAPEMIG
e-mail: eduardoh.campos@yahoo.com.br

Abstract

The present work was carried out to evaluate the influence of the soils uses in the high course basin of the Uberabinha river – MG/Brazil about rain water infiltration by means of *in situ* permeability tests by use Guelph permeameter. The studied area is located in Triângulo region, western portion of the Minas Gerais state and comprises part of the Uberaba and Uberlândia municipalities. The results of tests identified a significant loss infiltration capacity of the water in the soils used for annual crops. Soils with Brazilian savanna vegetation cover, riparian vegetation and “covoais” showed higher permeability coefficient. Analysis of results of the tests indicated that places where the human interference occur in lesser degree showed higher capacity of the soils in to allow water crossing. By means obtained results and the systematic monitoring of infiltration capacity of the water in the Uberabinha river basin, will must ask for suitable wield ways of the soils which renovate of infiltration capacity loss by most years of use.

Key-Words: Permeability of soils, water infiltration, Guelph permeameter, Uberabinha river basin.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do uso da terra na porção de alto curso da bacia do rio Uberabinha – MG sobre a infiltração da água da chuva, por meio de ensaios de permeabilidade *in situ* com o uso do permeâmetro Guelph. A área de estudo localiza-se na mesorregião do Triângulo Mineiro, porção oeste do estado de Minas Gerais e abrange parte dos municípios de Uberaba e Uberlândia. Os resultados dos ensaios identificaram significativa perda da capacidade de infiltração de água nos solos utilizados para culturas de ciclo anual. Solos com cobertura vegetal de cerrado, áreas de matas ciliares e covoais apresentaram os maiores coeficientes de permeabilidade. As análises dos resultados dos ensaios indicaram que os locais onde a intervenção humana ocorre em menor grau mostraram maiores capacidades de os solos em permitir a passagem da água. A partir dos resultados obtidos e do monitoramento sistemático da capacidade de infiltração da água na área da bacia do rio Uberabinha, dever-se-á buscar formas adequadas de manejo do solo que restitua a capacidade de infiltração perdida ao longo de anos de uso.

Palavras-Chave: Permeabilidade dos solos, infiltração da água, permeâmetro de Guelph, bacia do rio Uberabinha.

1 - Introdução

A água é uma substância natural indispensável para todas as formas de vida do planeta e para o desenvolvimento das sociedades humanas. Porém, ela não se encontra uniformemente distribuída sobre a superfície terrestre, o que faz com que milhões de pessoas sobrevivam em condições de escassez crônica desse precioso líquido. A má distribuição da água e/ou a ausência de cuidados com a sua contaminação e poluição, têm levado aos diversos países em todo o mundo, independentemente do seu desenvolvimento tecnológico, à carência de água em quantidade e qualidade.

A bacia do rio Uberabinha desempenha um importante papel no abastecimento público de água para a cidade de Uberlândia, cuja população é de 608.369 segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008) para o ano de 2007. Estimativa apresentada por Schneider (1996), o rio Uberabinha teria capacidade para abastecer uma população de até um milhão de habitantes. Tomando como base a estimativa de Schneider (1996), se o consumo de água por habitante se mantivesse nos níveis de 1996 (ano de publicação da sua tese), assim como crescimento da população de Uberlândia, em torno de 3% ao ano (IBGE, 2008), em menos de 20 anos o rio Uberabinha atingiria a sua capacidade máxima de oferta de água.

O estudo realizado na bacia do alto curso do rio Uberabinha teve como objetivo principal contribuir com uma avaliação que pudesse se constituir em subsídios para o entendimento da influência do uso da terra pelas diversas atividades econômicas sobre os recursos hídricos nesta porção da bacia. Para tanto, procurou-se avaliar as características da condutividade hidráulica apresentadas pelos solos da área de estudo em função dos diferentes tipos de usos da terra, por meio de ensaios *in situ* com o permeâmetro Guelph. De posse dos resultados da condutividade hidráulica obtidos em diferentes situações de uso e de sua análise, foi possível quantificar a redução do nível de infiltração de água através do solo e, conseqüentemente, no nível de recarga subterrânea de água.

A condutividade hidráulica caracteriza-se como um parâmetro que indica a maior ou menor capacidade dos solos em permitir a migração da água através de seus poros (Soto, 1999). Diversos são os fatores que podem influenciar diretamente o movimento da água através dos

solos, tais como: textura; estrutura; teor de matéria orgânica; compactação; teor de umidade; dentre outros.

2 - Metodologia

Utilizou-se para a realização da pesquisa, um referencial teórico que possibilitasse adotar uma metodologia de trabalho adequada para a obtenção de informações e entendimento da influência do uso da terra sobre a capacidade de infiltração da água. Levantamentos de mapas topográficos e mapas temáticos diversos, além de imagens de satélites, possibilitaram a delimitação da área estudada, elaboração da base cartográfica e a orientação dos locais mais representativos para a realização dos ensaios com permeâmetro Guelph, bem como para a caracterização dos aspectos físicos.

O permeâmetro é um tipo de equipamento que visa determinar o coeficiente de permeabilidade saturada, cujos ensaios podem ser realizados diretamente em campo ou em laboratório. Segundo Soto (1999), os ensaios de condutividade hidráulica no campo podem ser realizados fazendo uso de diversos tipos de permeômetros ou através de infiltrômetros.

Soto (1999) e Machado (2004) alertam que a maioria destes equipamentos não reflete algumas propriedades do solo de forma conveniente, especialmente os efeitos matriciais (sucção). Estes, no entanto, devem ser considerados. O método do permeâmetro Guelph é uma das técnicas utilizadas para execução de ensaios *in situ*. Soto (1999), afirma que esse método permite mensurar a condutividade hidráulica em solos saturados, de maneira a considerar os efeitos matriciais do solo, e, inclusive, possibilita a determinação da condutividade hidráulica em solos não saturados.

Segundo Soto (1999) e Machado (2004), o permeâmetro Guelph foi desenvolvido por Reynolds e Elrick (1983), sendo aprimorado pela University of Guelph do Canadá no ano de 1985 (Figura 01).

A condutividade hidráulica dos solos da área de estudo foi obtida diretamente no campo com uso do permeâmetro Guelph, sob quatro diferentes tipos de uso do solo.

A realização do ensaio é feita por meio de um tubo de Mariote, a qual faz conexão com o reservatório de água do permeâmetro. Por meio desse sistema, é aplicada uma carga

constante de água numa abertura de 3,0 cm do tubo de Mariote em furos de 10 cm de profundidade em relação à superfície do solo.

Aguiar (2001) explica que após algum tempo de descarga de água no solo, a porção próxima ao furo estará saturada e, então, o fluxo tornar-se-á constante. Ainda, segundo Aguiar (2001), o permeâmetro Guelph é projetado para medir condutividade entre 10^{-2} e 10^{-6} cm/s.

Com base nas equações de vazão (Q) de Reynolds e Elrick (1983) e coeficiente de permeabilidade (k) propostas por Elrick *et al.* (1989), foi possível obter as constantes da infiltração de água no solo.

$$K_s = \frac{CQ}{2\pi H^2 + \pi a^2 C + 2\pi H/a} \quad (1)$$

Onde:

K é o coeficiente de permeabilidade; **C** é uma constante que se refere a três classes de solo relacionada a porosidade e textura; **Q** é a vazão à carga constante; **H** é o parâmetro referente à altura da lâmina de água ou carga hidráulica (cm); **a** é o diâmetro do furo (cm).

A vazão (Q) pode ser conseguida pela seguinte fórmula: $Q = R \times A$.

Onde: R refere-se à variável do tipo de solo e A corresponde à área do reservatório do permeâmetro Guelph.

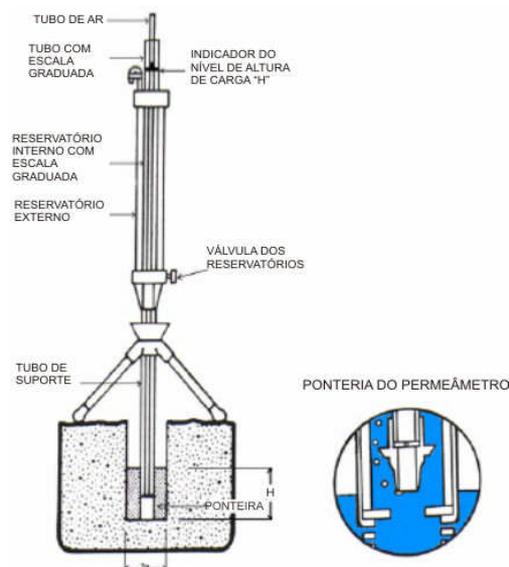


Figura 01: Esquema do permeâmetro Guelph.
Fonte: Soto, 1999.

3 - Desenvolvimento

3.1 - Localização

A área estudada está localizada na mesorregião do Triângulo Mineiro e compreende a porção do alto curso da bacia do rio Uberabinha - MG (Figura 02), abrange a área noroeste do município de Uberaba e porção sudeste de Uberlândia.

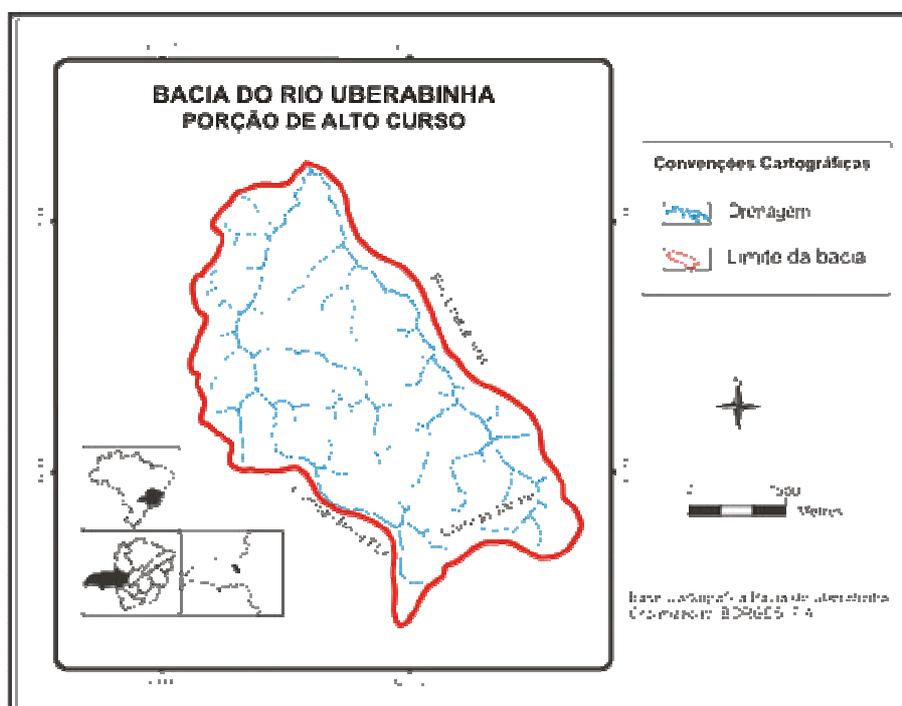


Figura 02: A área de estudo e a sua localização.

3.2 - Aspectos físicos da área estudada

A geologia regional é constituída, em sua parte basal, por litologias cristalinas de idade pré-cambriana que formam o Complexo Goiano e o Grupo Araxá. O Grupo São Bento é representado regionalmente pelos arenitos eólicos da Formação Botucatu, com espessuras que não ultrapassam o limite de 80 metros em Uberlândia (Nishiyama, 1989; 1998) e por magmatitos básicos com presença de arenitos intertrapes intensamente silicificados, que constituem a Formação Serra Geral. Sobrejacentes ao Grupo São Bento, ocorrem as rochas sedimentares do

grupo Bauru, representado pelas formações Adamantina, Marília e Uberaba. Na área de estudo, acham-se ausentes as formações Adamantina (que constitui a unidade basal do Grupo Bauru na região do Triângulo) e Uberaba (localizado em porções restritas do município de Uberaba). A Formação Marília, caracterizada pelos Membros Ponte Alta e Serra da Galga (Barcelos, 1993; Nishiyama, 1998), é a única unidade do Grupo Bauru presente na área de estudo. Os litotipos desta Formação são constituídos por bancos de calcário tipo calcrete, arenitos e conglomerados (NISHIYAMA, 1989; 1998).

A cobertura cenozóica na região apresenta-se com espessura pequena e ampla distribuição horizontal (HASUI, 1969). Depósitos aluviais e coluviais constituem os sedimentos predominantes dessa cobertura, com presença menos intensa de cascalheiras, sedimentos de lagoas de chapadões, cangas limoníticas e sedimentos aluviais (NISHIYAMA, 1998).

A região do Triângulo Mineiro localiza-se na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, inserida numa porção do Domínio dos Chapadões Tropicais do Brasil Central (AB'SABER, 1971).

Baccaro (1990) apresenta uma compartimentação topomorfológica na região do Triângulo Mineiro na qual distingue quatro compartimentos, a saber: áreas de relevo intensamente dissecado; medianamente dissecado; residual e áreas elevadas de cimeira. A área de interesse está representada amplamente pelo compartimento de áreas elevadas de cimeira, que segundo Baccaro (1989), é constituída de topos planos e largos e vales muito espaçados entre si, caracterizados por vertentes pouco declivosas (inferior a 5°) e desenvolvidas sobre arenitos da Formação Marília.

De acordo com o levantamento realizado pela EMBRAPA (1982), ocorrem no município de Uberlândia os seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho-Escuro álico e distrófico; Latossolo Vermelho-Amarelo eutrófico; Latossolo Roxo distrófico; Glei Húmico álico e distrófico; Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico, Cambissolo e Terra Roxa Estruturada. Dentre estes, a área de estudo é representada principalmente pelos latossolos vermelho-escuro álico e distrófico, extensivamente presentes nas porções de interflúvios da região.

4 - Resultados e discussão

Os tipos de ocupação do solo analisados foram cerrado sentido amplo e áreas de hidromorfia ou hidromorfia sazonal (covoais). Cultura anual e reflorestamento foram os tipos de uso do solo considerados. Resultados de ensaios com o permeâmetro Guelph não foram considerados na análise de área de pastagem em razão da estrutura do solo ter sofrido interferência recente pela remoção de raízes de eucaliptos. A presença de diversos carvoeiros e o aspecto “encalombado” do solo indicaram que a área, hoje com uso pastoril representou, até pouco tempo atrás, uma área de silvicultura. Dessa forma, os resultados dessa área não foram considerados.

São apresentados na figura 03 e no quadro 01 os valores médios referentes ao comportamento dos solos analisados quanto a condutividade hidráulica. A análise destes valores permite afirmar que os solos ocupados por vegetação de cerrado apresentaram-se mais permeáveis, com valores médios da ordem de $3,15 \times 10^{-3}$ cm/s. Solos hidromórficos ou sujeitos à hidromorfia sazonal (covoais) registraram a condutividade hidráulica média de $3,05 \times 10^{-3}$ cm/s caracterizando, portanto, uma permeabilidade próxima ao valor obtido para solos com vegetação de cerrado. Por outro lado, áreas ocupadas pela silvicultura mostraram-se mais permeáveis que solos utilizados para agricultura de ciclo anual, com condutividade hidráulica média de $2,20 \times 10^{-3}$ cm/s. Áreas de uso agrícola apresentaram o menor índice de infiltração de água, com valor médio de $2,10 \times 10^{-3}$ cm/s.

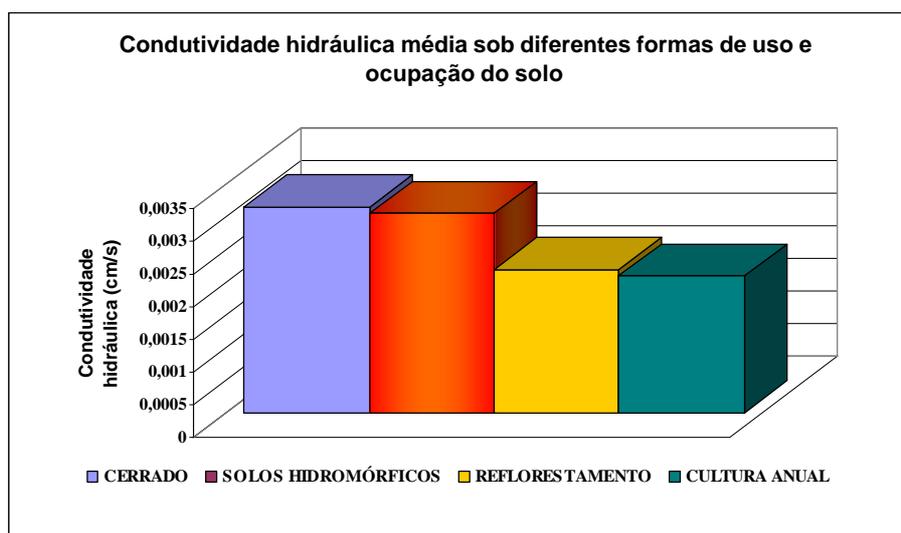


Figura 03: Condutividade hidráulica média dos solos da área estudada sob diferentes formas de uso e ocupação (em cm/s).

Autor: Borges, F. A., 2007.

Quadro 01: Condutividade hidráulica média por tipo de uso de solo (em cm/s).

Uso ou ocupação do solo	Coefficiente de permeabilidade (K) em cm/s
Cerrado	$3,15 \cdot 10^{-3}$
Solos Hidromórficos	$3,05 \cdot 10^{-3}$
Cultura Anual	$2,10 \cdot 10^{-3}$
Reflorestamento	$2,20 \cdot 10^{-3}$

5 - Considerações finais

O estudo de permeabilidade de solos representa uma ferramenta fundamental para o entendimento da alteração da dinâmica hídrica do solo face às diferentes condições de uso e ocupação. O permeâmetro Guelph constituiu-se em um instrumento bastante eficiente para a aquisição de valores de condutividade hidráulica saturada, levando em consideração os efeitos matriciais impostos pelas tipologias dos solos. Percebeu-se que a maior ou menor capacidade de infiltração de água é influenciada pela forma e pelo tipo de uso, sendo os solos mais permeáveis àqueles encontrados em áreas de vegetação de Cerrado e campos hidromórficos. Ambos representam locais onde as intervenções antrópicas são menores.

O estudo realizado evidenciou que o uso e ocupação dos solos podem influenciar na sua capacidade de infiltração da água da chuva e, conseqüentemente, a recarga hídrica subterrânea. Destarte, é fundamental que o uso e ocupação sejam implementados de maneira sustentável, de forma a manter a capacidade original de infiltração. Caso isso não ocorra, o tempo para o rio Uberabinha atingir o limite de sua capacidade para o abastecimento público da cidade de Uberlândia será reduzido para um prazo menor do que o esperado.

5 - Referências

AB'SABER, A. N. (1971) Contribuição à geomorfologia dos cerrados. In: FERRI M. G. (Coord.) **Simpósio sobre o Cerrado**. São Paulo: Edgard Blucher.:97-103.

AGUIAR, A. B. de. O Emprego do Permeâmetro Guelph na Determinação da Permeabilidade do Solo, de Camadas de Lixo e sua Cobertura. Rio de Janeiro, 2001. **Tese**

(Mestrado em Ciências em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.:1-67.

BACCARO, C. A. D. (1990) Estudo dos Processos Geomorfológicos de Escoamento Pluvial em Área de Cerrado – Uberlândia-MG. **Tese** (Doutorado em Geografia Física) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo.:64-82.

BACCARO, C. A. D. L. (1989). Estudos Geomorfológicos do Município de Uberlândia. In **Sociedade & Natureza**. Uberlândia, 1(1):17-25.

BARCELOS, J. H. (1993). Geologia regional e estratigrafia cretácica do Triângulo Mineiro. In: **Sociedade & Natureza**, 5(1):9-24.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidades/default.php>> acesso em: 18 mar. 2008.

ELRICK, D. E; REYNOLDS, W. D.; TAN, K. A. (1989) Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analysis. In: **Groudwater Monitoring Review**. 9(1):184-193.

FELTRAN FILHO, A. A estruturação das paisagens nas chapadas do oeste mineiro. (1997) **Tese** (Doutorado em Geografia Física). Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo.:252.

HASUI, Y. (1969) O cretáceo do oeste mineiro. In: **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo. 18(1):39-56.

MACHADO, S. L.; CARVALHO, F. M.; MATTA, B. M. da. (2004) Utilização do permeâmetro Guelph para estudo da condutividade hidráulica de solos residuais de granulito da cidade de Salvador-BA. In. **5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados**.:1-7.

NISHIYAMA, L. (1989) Geologia do município de Uberlândia e áreas adjacentes. In **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 1(1):09-16.

NISHIYAMA, L. (1998) Procedimentos de Mapeamento Geotécnico como Base para Análises e Avaliações Ambientais do Meio Físico, em Escala 1/100.000, Aplicados ao Município de Uberlândia – MG. São Carlos. **Tese** (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.:363p.

RADAM – BRASIL. (1983) **Programa de Integração Nacional**: Levantamento de Recursos Naturais. VI. 31. Rio de Janeiro. Folha SE – 22, Goiânia, 1:1.000.000.:768.

REYNOLDS, W. D. & ELRICK, D. E. (1983) A reexamination of the constant head well permeameter method for measuring saturated hydraulic conductivity above the water table. In **Soil Science**. 136(4):250-268.

SCHNEIDER, M. de. O. (1996) Bacia do Rio Uberabinha: Uso Agrícola do solo e meio ambiente. 1996. **Tese** (Doutorado em Geografia) – Departamento Bacia do Rio Uberabinha: Uso agrícola do solo e de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.:157.

SOTO, M. A. A. (1999) Estudo da Condutividade Hidráulica em Solos não Saturados. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.:120.