

CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS DE BELO HORIZONTE SEGUNDO GRUPOS HIDROLOGICOS DO U.S. SOIL CONSERVATION SERVICE

Maria Helena D. Ramos¹, Cláudia S. Viana e Márcio B. Baptista ¹

Resumo – Dentre os vários métodos existentes na literatura para determinação de hidrogramas de cheia de uso difundido em hidrologia urbana, destaca-se o Método SCS (*Soil Conservation Service*, EUA), que apresenta como um dos parâmetros-chave para a determinação do hidrograma de cheia o CN (*Curve Number* ou Número de Curva). Sua estimativa para áreas urbanas e rurais pode ser efetuada com o auxílio de tabelas apresentadas na literatura, que o relacionam ao tipo e uso do solo, à umidade antecedente e ao grupo hidrológico do solo (A, B, C ou D, segundo decrescentes capacidades de infiltração e permeabilidade). Este artigo tem como objetivo, a partir de uma análise dos tipos de solo encontrados em Belo Horizonte, apresentar uma classificação dos solos do município segundo o conceito de grupos hidrológicos, visando auxiliar na estimativa do parâmetro CN para o emprego do método SCS nos cálculos em drenagem urbana.

Abstract – The Soil Conservation method is widely used for estimating runoff hydrographs on ungauged drainage basins. The value of one of its parameters, the runoff curve number CN, depends on the soil, cover, and hydrologic condition of the land surface, as well as on the antecedent wetness of the drainage basin. Standard values of CN are listed in tabels which can be found in the literature for various land uses and soil types. Soils throughout the United States have been classified into four hydrologic soil groups (A, B, C, D, according to different infiltration capacities) . This paper presents the hydrologic groups associated to the different types of soils found in the city of Belo Horizonte. The soils were classified on the basis of an analysis of their geologic characteristics, aiming to help to estimate CN values to be used in the hydrologic design.

Palavras-Chave - Hidrologia, Método SCS, CN

¹ Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG . Av. do Contorno, 842 – 8º andar – CEP:30110-060- Belo Horizonte-MG-Brasil –Telefone : (031)238-1871–E-mail : ramos@hmg.inpg.fr, sanctis@cce.ufmg.br, marbapt@ehr.ufmg.br.

INTRODUÇÃO

Dentre os vários métodos existentes na literatura para determinação de hidrogramas de cheia de uso difundido em hidrologia urbana, destaca-se o Método SCS. O método desenvolvido pelo *Soil Conservation Service*, EUA, é amplamente comentado na literatura (Pilgrim e Cordery, 1993; Tucci, 1993; Porto, 1995), bastante utilizado na prática hidrológica e objeto de análises e estudos por diversos autores. Desenvolvido em 1954, o método baseia-se em testes com infiltrômetros realizados pelo SCS em regiões do meio-oeste dos Estados Unidos, ao final da década de 30 e início da década de 40, com o objetivo de estimar os efeitos no processo chuva-vazão de práticas conservacionistas nos solos de bacias destinadas à agricultura (Ponce e Hawkins, 1996). A aplicabilidade do método, no entanto, estendeu-se a pequenas bacias e áreas urbanas (SCS, 1986). Os princípios básicos da metodologia e os procedimentos para sua aplicação podem ser encontrados, por exemplo, em SCS (1986) e McCuen (1982).

O método SCS apresenta como um dos parâmetros-chave para a determinação do hidrograma de cheia o CN (*Curve Number* ou Número de Curva), cuja estimativa para áreas urbanas e rurais pode ser efetuada com o auxílio de tabelas apresentadas nas referências citadas acima. Estas tabelas relacionam valores do parâmetro CN ao tipo e uso do solo, ao grupo hidrológico (GH) do solo (A, B, C ou D, segundo decrescentes capacidades de infiltração e permeabilidade) e à umidade antecedente (condições 1, 2 ou 3, para solos secos, de umidade média, ou úmidos, respectivamente, segundo a precipitação total dos cinco dias antecedentes).

Este artigo tem como objetivo, a partir de uma análise dos tipos de solo encontrados em Belo Horizonte, apresentar uma classificação dos solos do município segundo o conceito de grupos hidrológicos, visando auxiliar na estimativa do parâmetro CN para o emprego do método SCS nos cálculos em drenagem urbana.

GRUPOS HIDROLOGICOS DE SOLOS

O SCS distingue em seu método quatro grupos hidrológicos de solos que, segundo as informações contidas em SCS (1986), Porto (1995) e Tucci (1993), apresentam as principais características agrupadas a seguir:

- **GRUPO A:** Solos que produzem baixo escoamento superficial e apresentam alta taxa de infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila. Baixo teor de argila total, inferior a 8%, não havendo rochas ou camadas argilosas até a profundidade de 1 metro.
- **GRUPO B:** Solos com moderada taxa de infiltração. Solos arenosos menos profundos e com maior teor de argila total, porém inferior a 15%. Ausência de rochas ou camadas argilosas até 1,5 metros de profundidade, onde pode ser observada camada mais densificada que a camada superficial. Permeabilidade superior à média.
- **GRUPO C:** Solos com baixa taxa de infiltração, consistindo, principalmente, de solos com camadas que impedem o movimento vertical da água. Solos barrentos com teor total de argila de 20% a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou

rochas até profundidades de 1,2 metros. Solos que geram escoamento superficial acima da média.

- **GRUPO D:** Solos que produzem alto escoamento superficial, apresentam taxas de infiltração muito baixas, consistindo, por exemplo, de argilas expansivas, solos com camadas argilosas muito próximas à superfície e solos pouco profundos sobre camadas impermeáveis. Solos argilosos com 30% a 40% de argila total e camada densificada a cerca de 50 centímetros de profundidade.

OS SOLOS DE BELO HORIZONTE

A identificação das características acima descritas nos solos do território do município de Belo Horizonte demandou o conhecimento dos aspectos geológicos e geomorfológicos relevantes à análise, buscando-se aproximar as características encontradas nos solos americanos pesquisados pelo SCS às características típicas dos solos brasileiros, no caso deste trabalho, em específico, dos solos encontrados em Belo Horizonte.

No Brasil, um estudo similar foi elaborado por Setzer e Porto (1979) para as condições do Estado de São Paulo. No referido trabalho, a partir de estudos pedológicos existentes para as formações geológicas encontradas no Estado, os autores classificaram os solos em 5 grupos hidrológicos distintos, caracterizando-os conforme as particularidades possíveis de serem encontradas nos solos de São Paulo, como presença de terras roxas e teor de húmus.

Para a classificação aqui proposta dos solos de Belo Horizonte segundo grupos hidrológicos, foram utilizados como base os recentes estudos geológicos, hidrogeológicos, geotécnicos e geoambientais desenvolvidos por Silva et al. (1995) para o levantamento da carta geológica do município. Estes estudos indicam que o território da cidade é constituído por dois grupos litológicos distintos, quais sejam, os granito-gnaisses integrantes do Complexo Belo Horizonte e as rochas metassedimentares integrantes do Supergrupo Minas (grupos Itabira, Piracicaba e Sabará), além de, subordinadamente, formações superficiais de naturezas diversas. A Figura 1 reproduz o mapa geológico do município de Belo Horizonte, enfocando a área de ocorrência dos dois grupos mencionados.

O Complexo Belo Horizonte representa cerca de 70% do município, com maior expressão a norte da calha do ribeirão Arrudas, afluente do rio das Velhas que corta a cidade no sentido oeste-leste. O Domínio do Complexo Belo Horizonte integra a unidade geomorfológica denominada Depressão Periférica de Belo Horizonte, predominando no relevo as colinas de topo plano a arqueado com encostas côncavo-convexas e altitudes entre 800-900m. Espigões alongados destacam-se na paisagem, apresentando encostas de média a alta declividade.

Neste domínio, predominam as rochas gnáissicas e migmatíticas de composição granítica. Os solos residuais derivados destas rochas apresentam espessuras variadas, podendo ser muito espessos (dezenas de metros) ou quase ausentes. Afloramentos rochosos ocorrem em vertentes escarpadas ou topos de colinas e, em geral, o solo é espesso e de textura silto-argilosa nas áreas de relevo muito suave, e, essencialmente

silto-arenoso e de alta erodibilidade, nas áreas de relevo acidentado dos espigões, onde é bastante receptivo à formação de sulcos, ravinas e voçorocas. Ocorrem ainda formações superficiais recobrando estes solos caracterizadas por depósitos aluvionais que podem ser de caráter tanto arenoso quanto argiloso e depósitos de vertentes, normalmente pouco significativos em termos de espessura e de área de ocorrência.

O Supergrupo Minas é constituído de seqüências metassedimentares e ocorre em cerca de 30% do território, apresentando área de ocorrência a sul da calha do ribeirão Arrudas. O Domínio das Seqüências Metassedimentares apresenta relevo acidentado, altitudes superiores a 850m, que encontra expressão máxima na serra do Curral, limite meridional do município, onde pode alcançar 1500m. Este domínio, engloba uma sucessão de camadas de rochas sedimentares metamorfisadas, integrantes dos grupos Itabira, Piracicaba e Sabará, representadas por itabiritos, dolomitos, quartzitos, filitos e xistos diversos. Neste domínio, o solo é, em geral, ausente a pouco espesso e as formações superficiais constituídas, fundamentalmente, de canga e depósitos de vertentes do tipo *talus*.

Os metassedimentos do Grupo Sabará, que constituem a unidade do Supergrupo Minas de maior espessura e extensão no município de Belo Horizonte, encontram-se em contato com as rochas gnáissicas do Complexo Belo Horizonte, em região bastante ocupada e impermeabilizada. O Grupo constitui-se de filitos e xistos, rochas bastante impermeáveis cujo produto de intemperismo gera solos bastante argilosos.

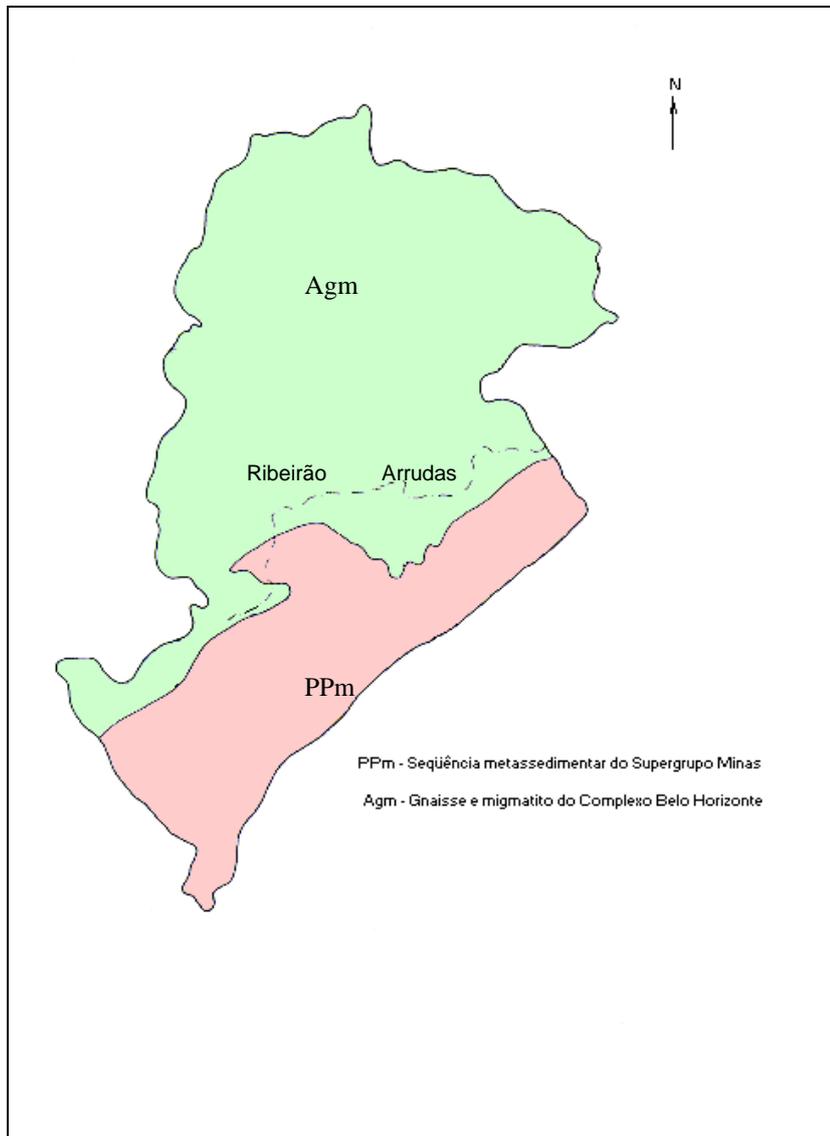


Figura 1- Mapa Geológico do Município de Belo Horizonte - Áreas de ocorrência do Complexo Belo Horizonte e do Supergrupo Minas
Adaptado de Silva et al. (1995)

CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS SEGUNDO GRUPOS HIDROLOGICOS

A identificação e caracterização dos dois grupos litológicos distintos mencionados acima permitiu a classificação dos solos de Belo Horizonte segundo os grupos hidrológicos definidos pelo SCS, caracterizados anteriormente.

De forma geral, os solos do Complexo Belo Horizonte foram enquadrados no grupo hidrológico B (solos arenosos com moderada taxa de infiltração) e os do Supergrupo Minas, no grupo hidrológico D (solos argilosos com taxa de infiltração muito baixa e alto potencial de escoamento superficial), assim caracterizados para o município, tendo em vista o contexto geológico apresentado:

- **GRUPO B:** Solos residuais dos gnaisses. Predominantemente solos profundos com permeabilidade moderada. Solos silto-arenosos ou areno-argilosos.
- **GRUPO D:** Filitos alterados, formando camadas impermeáveis ou solos muito delgados sobre a rocha intemperizada ou a rocha sã.

Para facilitar a identificação do grupo hidrológico dos solos das bacias hidrográficas do município, a divisão destes dois grupos, B e D, foi estabelecida pelo talvegue do ribeirão Arrudas, conforme apresenta a Figura 2. Acrescenta-se a este caráter facilitador, o fato de que a porção pertencente ao Complexo Belo Horizonte localizada ao sul da calha do Arrudas corresponde a uma área já bastante impermeabilizada, onde a capacidade de infiltração é muito baixa e observa-se alta produção de escoamento superficial.

A classificação dos solos de Belo Horizonte segundo grupos hidrológicos teve como objetivo orientar a estimativa do valor de CN para bacias hidrográficas localizadas em diferentes zonas da cidade, principalmente no que se refere às áreas que apresentam significativa porcentagem de solo permeável e onde o tipo de solo exerce uma maior influência na produção do escoamento superficial. Nas zonas urbanas densamente ocupadas e em grande parte recobertas por pavimento, a variação do valor de CN para os diferentes grupos hidrológicos é, no entanto, relativamente pequena, tendo em vista o alto grau de impermeabilização e a pouca atuação do tipo de solo no processo de infiltração das águas pluviais. A consideração deste aspecto na estimativa do CN pode ser observada, por exemplo, nas tabelas encontradas na literatura e, no caso específico das zonas de ocupação do solo urbano de Belo Horizonte, nos valores propostos apresentados em Ramos (1998).

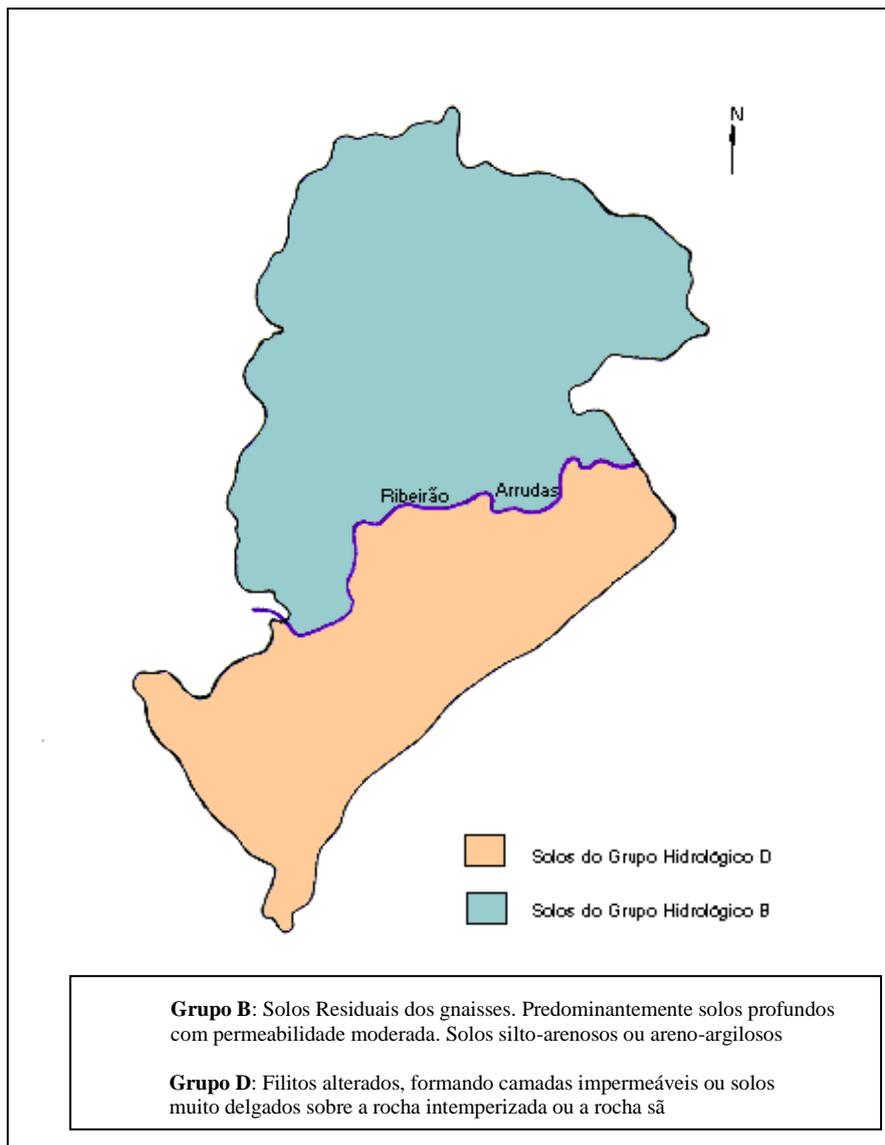


Figura 2 – Mapa de Classificação dos solos de Belo Horizonte segundo Grupos Hidrológicos

É importante ressaltar que em todo o território do município existem diferenciações localizadas que podem vir a merecer investigação local mais detalhada, conforme o projeto em análise, conduzindo ao enquadramento dos solos segundo outros grupos hidrológicos e, conseqüentemente, à reavaliação do parâmetro CN.

Destaca-se, também, o fato da caracterização e enquadramento acima apresentados basearem-se em aspectos mais qualitativos, tendo em vista a ausência, até então, de ensaios e dados laboratoriais relativos às características dos solos do município, como, distribuição granulométrica, taxa de infiltração, condutividade hidráulica e coeficiente de permeabilidade, que poderiam vir a contribuir para a análise realizada.

CONCLUSÃO

Para auxiliar na utilização do método SCS em Belo Horizonte e com o objetivo de incorporar na estimativa do parâmetro CN as diferentes características dos solos da cidade, estes foram classificados em dois grupos hidrológicos distintos, com base nas orientações apresentadas pelo método SCS e nos estudos geológicos desenvolvidos por Silva et al. (1995). Dessa forma, o trabalho apresentado coloca disponível o Mapa de Classificação dos Solos de Belo Horizonte segundo Grupos Hidrológicos, para utilização em estudos e projetos de hidrologia urbana.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à FAPEMIG pelo financiamento deste estudo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- McCUNEN, R.H. *A Guide to Hydrologic Analysis Using SCS Methods*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 145p., 1982.
- PILGRIM, D.H. e CORDERY, I. Flood Runoff. In: Maidment, D.R.(ed), *Handbook of Hydrology*. McGraw-Hill, cap.9, p.9.1-9.42, 1993.
- PONCE, V.M. e HAWKINS, R.H. Runoff Curve Number: Has it Reached Maturity? *Journal of Hydrologic Engineering*, ASCE, v.1, n.1, p.11-19, Jan. 1996.
- PORTO, R.L.L. Escoamento Superficial Direto. In: TUCCI, C.E.M., PORTO, R.L.L. e BARROS, M.T. (org.), *Drenagem Urbana*. Porto Alegre, Ed. da Universidade, ABRH/UFRGS, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.5, 428p., cap.4, p.107-166, 1995.
- RAMOS, M.H.D. *Drenagem Urbana : Aspectos Urbanísticos, Legais e Metodológicos em Belo Horizonte*. Universidade Federal de Minas Gerais/Escola de Engenharia. (Dissertação de Mestrado). Belo Horizonte, 91p., junho 1998.
- SCS, Soil Conservation Service. *Urban Hydrology for Small Watersheds*, TR-55. Washington, D.C., June 1986.

- SETZER, J. e PORTO, R.L.L. Tentativa de avaliação do escoamento superficial de acordo com o solo e o seu recobrimento vegetal nas condições do Estado de São Paulo (Adaptação do Apendice A da obra “Design of Small Dams” do Bureau of Reclamation U.S. Interior, Washington, DC, 1975). In: BOLETIM TÉCNICO DAEE, Departamento de Águas e Energia Elétrica, São Paulo, v.2, n.2, p.82-103, mai/ago 1979.
- SILVA, A.B., CARVALHO, E.T., FANTINEL, L.M., ROMANO, A.W. e VIANA, C.S. *Estudos Geológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos e Geoambientais Integrados no Município de Belo Horizonte*. (Projeto estudos técnicos para o levantamento da carta geológica do município de Belo Horizonte). Prefeitura de Belo Horizonte, UFMG, Instituto de Geociências. Belo Horizonte, 1995.
- TUCCI, C.E.M. Escoamento Superficial. In: TUCCI, C.E.M.(org.), *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre, Ed. da Universidade, ABRH/EDUSP, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.4, 943p., cap.11, p.391-442, 1993.