

PRODUÇÃO DE ÁGUA: QUANTIFICAÇÃO DA INFILTRAÇÃO E ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM PARCELAS COLETORAS

Flávio José de Assis Barony (*), Wilton Ramos Duarte

* Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)- *campus* Governador Valadares, flavio.barony@ifmg.edu.br

RESUMO

Escoamento superficial, é a quantidade de água de determinada precipitação que não se evapora, não é consumida pelas plantas ou se infiltra, e é indicador do comportamento da água no solo, ou seja, a dinâmica do fluxo da água na superfície torna-se ferramenta para avaliar e determinar o processo de infiltração do fluxo hídrico no solo em diferentes condições. O objetivo da pesquisa é avaliar a infiltração e o escoamento superficial mediante eventos de precipitação, de forma a mensurar o potencial de produção de água. Foram instaladas 4 parcelas coletoras em pontos definidos em função da topografia e cobertura vegetal, dentro da área do IFMG, *campus* Governador Valadares, sendo que cada uma com 5,2m². A leitura é realizada diariamente nos dias em que ocorre precipitação, a partir da coleta de água no recipiente coletor de escoamento superficial da parcela. A leitura da precipitação é a partir dos dados da Estação Automática do INMET. Os resultados indicam que sob uma mesma intensidade pluviométrica, no caso, 730,1mm (setembro de 2016 a abril de 2017), que resultou num volume de 3796,52 L por parcela, o escoamento superficial foi de 15,5L (leve inclinação e com gramínea), 479,84L (forte inclinação e sem cobertura vegetal), 103,33L (forte inclinação e cobertura com braquiária) e 692,73L (leve inclinação e sem cobertura vegetal), respectivamente, nas parcelas 1, 2, 3 e 4. Os valores indicam o benefício considerável de cobertura vegetal tipo gramínea ou braquiária para promover a infiltração da água no solo. Tais resultados são importantes para ratificar a necessidade de recuperação de áreas degradadas por pastagem e/ou a devida rotatividade dos pastos com vistas a favorecer a produção de água. A presente pesquisa requer continuidade para avaliar os resultados e compara-los com os anos anteriores.

PALAVRAS-CHAVE: infiltração, escoamento superficial, precipitação, parcelas coletoras.

INTRODUÇÃO

O IFMG/GV - Instituto Federal de Minas Gerais – *campus* Governador Valadares, foi construído em terreno de relevo irregular, com encostas de morro em processo de degradação a cobertura vegetal deu lugar a pastagens, deixando o terreno à mercê de intempéries, podendo vir a ocorrer erosão, o que além de piorar a situação da encosta pode também assorear a lagoa existente na parte mais baixa do terreno, em períodos chuvosos (GUIMARÃES *et al.*, 2015).

As características principais da precipitação são o seu total, duração e distribuições temporal e espacial. O total precipitado não tem significado se não estiver ligado a uma duração. Por exemplo, 100mm pode ser pouco em um mês, mas é muito em um dia ou, ainda mais, numa hora. A ocorrência da precipitação é um processo aleatório que não permite uma previsão determinística com grande antecedência. O tratamento dos dados de precipitação para a grande maioria dos problemas hidrológicos é estatístico (TUCCI, 2013). A precipitação que cai sobre as vertentes infiltra-se totalmente nos solos até haver saturação superficial destes, momento em que começam a decrescer as taxas de infiltração e a surgir crescentes escoamentos superficiais, se a precipitação persistir (TUCCI, 2013). Caindo sobre um solo com cobertura vegetal, parte do volume precipitado sofre interceptação em folhas e caules, de onde evapora. Excedendo a capacidade de armazenar água na superfície dos vegetais, ou por ações dos ventos, a água interceptada pode-se precipitar para os solos (TUCCI, 2013).

Segundo Pires (2003), a erosão hídrica se inicia com o impacto das gotas de chuva, principalmente em áreas desnudas, sem cobertura vegetal, resultando no desprendimento e arraste das partículas. Além do desprendimento (desagregamento do solo promovida pelas gotas de chuva e pelas atividades de preparo e uso do solo) e transporte (argila, matéria-orgânica e outras partículas leves do solo), ainda há a deposição do material erodido que ocorre quando os agentes erosivos perdem a energia.

Segundo Guerra (1998) quando a chuva cai em uma área coberta com vegetação mais densa, a gota de chuva se divide e perde sua força de impacto. Em terreno descoberto, a gota de chuva aumenta a erosão por salpicamento. Considerando a velocidade terminal da gota de chuva, deve-se observar a altura da vegetação, pois a gota precisa de aproximadamente 8m de altura para adquirir a velocidade terminal, causando dessa maneira, o desagregamento das partículas do solo. Em áreas com menos de 70% de cobertura vegetal, o escoamento e a erosão ocorrem rapidamente, e geralmente são regiões

semiáridas, agrícolas ou de superpastoreio. A cobertura vegetal, além de influenciar na interceptação da água da chuva, atua na produção de matéria orgânica, na formação de agregados e na infiltração, pois as raízes em decomposição formam canalículos no solo, aumentando a porosidade e conseqüentemente, todos esses eventos, diminuem a erosão. A suscetibilidade a erosão está ligada a fatores como: características físico-químicas do solo, tipo de cobertura vegetal, forma de comprimento e declividade das encostas e manejo inadequado do solo (Guerra e Botelho, 2001).

O escoamento superficial manifesta-se inicialmente na forma de pequenos filetes de água que se moldam ao micro relevo do solo. A erosão de partículas de solo pelos filetes em seus trajetos, aliada à topografia preexistente, molda, por sua vez, uma micro rede de drenagem efêmera que converge para a rede de cursos de água mais estável, formada por arroios e rios (TUCCI, 2013). Para o escoamento superficial de acordo com Guerra *et al.* (1998), se inicia quando o solo, durante uma chuva, perde sua capacidade de infiltrar a água, ou seja, quando o solo está saturado. A partir da saturação, com o excedente que não é infiltrado, forma-se o escoamento superficial, que ocorre através da ação da gravidade, gerada pelo desnível das encostas (LORANDI e CANÇADO, 2002). A água escoar por caminhos preferenciais e tem que transpor barreiras como rochas, vegetação, a força do atrito entre a água e a superfície do solo, os quais diminuem sua energia.

O escoamento superficial é potencializado com a selagem do solo o que também contribui para o carreamento de sedimento. Cabe ressaltar que são nos primeiros horizontes do solo onde há a maior concentração dos nutrientes necessários para o desenvolvimento da maior parte dos vegetais que formam a cobertura do solo o protegendo de intempéries como a ação degradadora da chuva. Segundo Mafra (2012) os principais papéis da cobertura vegetal são: proteção do solo, aporte de matéria orgânica e estruturação do solo, mas cabe ainda ressaltar que a ação protetora varia de acordo com cada espécie vegetativa (tamanho da copa, profundidade de sistema radicular, densidade de vegetação sobre o solo, etc). Com o processo erosivo, as partículas do solo acabam por atingir os cursos d'água, formando o assoreamento, que compromete a economia e as condições ambientais do meio. Outra questão preocupante é que junto com os sedimentos são carreados nutrientes que atingem também os cursos d'água, este aporte de nutrientes é o principal causador da eutrofização e também contribui para o comprometimento da qualidade da água (CALIJURI e CUNHA, 2013). Desta forma, pode-se observar que a erosão acarreta duas perdas imediatas, sendo: a) solo; b) água.

O contato direto da gotícula de água com a superfície do solo tende a desencadear um processo de desagregamento de partículas, chamado efeito *splash*. O episódio é mais crítico em solos que se encontram com pouca ou nenhuma cobertura vegetal, entre outras propriedades e características que estão relacionadas. Sabe-se que o efeito *splash* também é responsável pela compactação do solo, pois a ação das gotas da chuva em solo desprotegido causa a formação de crostas e selagem do mesmo (GUERRA, 2012). Ainda de acordo com Guerra (2012), esta crosta ou selagem do solo dificulta a infiltração de água no solo o que contribui para a formação de microravinas e feições erosivas em grande escalas.

Para preservar os recursos hídricos, há a necessidade precípua de preservação dos solos. Talvez, pela falta de visibilidade nesta ótica (preservação do solo que conduz à produção de água), a ONU (Organização das Nações Unidas) declarou o ano de 2015 como o ano internacional de preservação dos solos (SBCS, 2015). Embora exista legislação que ordene sobre o uso e ocupação do solo, bem como outras correlatas ao solo, como Código Florestal Brasileiro, no Brasil há escassez de Legislação Federal específica. Antes mesmo da aplicação das técnicas, uma importante ferramenta para mensurar a perda de solos é a equação universal de perdas de solo (PEREIRA, 2006). A mesma elenca uma série de fatores que permitem mensurar a perda de solos em uma determinada área, e sua aplicação pode direcionar a escolha das técnicas de recuperação disponíveis. Outro parâmetro importante para mensuração é a vazão escoada em uma superfície. Há uma série de métodos, como a medição em vertedores, os flutuadores e o linígrafo (VALENTE e GOMES, 2005).

Desta forma, a presente pesquisa se justifica pela necessidade de conhecer o comportamento das águas pluviais com vistas à produção de água.

OBJETIVO GERAL

Quantificar o volume de água escoado e infiltrado em parcelas coletoras distribuídas dentro da área do IFMG/GV, sob diferentes topografias e cobertura vegetal durante estação chuvosa 2016/2017.

METODOLOGIA

A área em estudo compreende o terreno do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Governador Valadares, entre as coordenadas 41°58'27" e 41°58'39" Oeste e 18°49'46" e 18°49'58" Sul. A dimensão total do terreno do *campus* é de 125.334,35 m², sendo que a área da encosta mede 38.899,00 m², ou seja, cerca de 1/3 do terreno. A aquisição de conhecimento e abordagem metodológica utilizada envolveu levantamento bibliográfico e acesso a dados oficiais, monitoramento e registro fotográfico. Para medir o volume de água infiltrada no solo um dos métodos mais simples é o das parcelas coletoras, que consiste em direcionar o escoamento superficial para um ponto de coleta. A partir dos valores registrados na Estação Automática do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) instalada dentro da área do *campus* e da instalação das parcelas coletoras em quatro pontos distribuídos nesta mesma área, faz-se os cálculos por diferença entre o volume de chuva e o volume coletado, como demonstrado por Valente e Gomes (2005).

Foram monitoradas 4 parcelas experimentais (figura 1), instaladas em solos com diferentes características quanto a declividade e cobertura vegetal. A PC1 com declividade de 23%, coberta por vegetação de gramínea; a PC2 com declividade de 59% e com solo exposto, proveniente de terraplanagem em meados de 2013; a PC3 com declividade de 52%, coberta por vegetação de capim braquiária, e por fim, a PC4 com declividade de 10% e sem cobertura vegetal. As parcelas foram construídas com sobra de material da construção civil (tábuas), tubos de 100 mm e tambor para coleta, com área de 5,2 m², conforme o detalhamento exposto a partir do pressuposto dos trabalhos de Saraiva Neto *et al.*, (2009) e Valente e Gomes (2005).

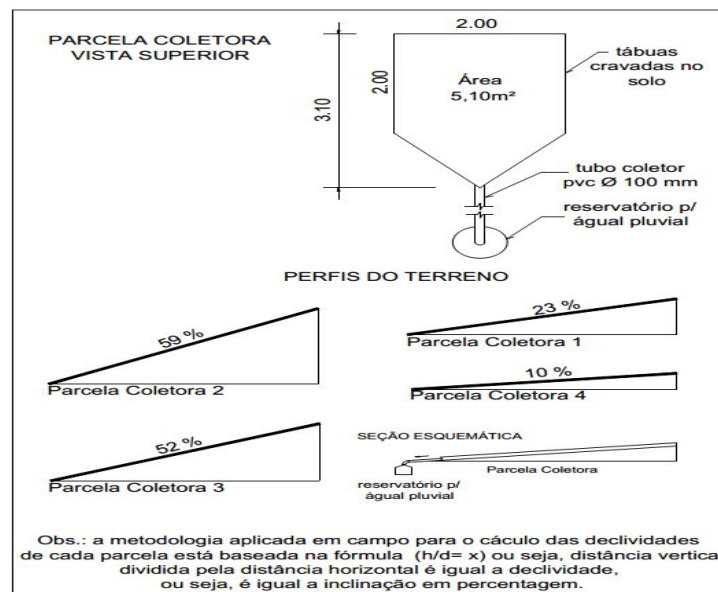


Figura 1. Lay-out e Inclinação das Parcelas - Fonte: Autores do Trabalho

Nas parcelas experimentais (figura 2), os materiais usados para a construção do local de coleta, são compostas de: duas tábuas de madeira de 2 metros de comprimento, uma tábua de 2,05 metros de comprimento, duas tábuas de 1,10 metros de comprimento, estacas de madeira ou “piquetes” para suporte e fixação das madeiras, cimento para bases tubular, galões de água ou bombonas, tubos (100mm) de PVC de 2 metros de comprimento, joelhos de PVC-90°(100mm).



Parcela Coletora 1



Parcela Coletora 2



Parcela Coletora 3



Parcela Coletora 4

Figura 2. Parcelas instaladas. Fonte - Autores do Trabalho.

Foram instalados pluviômetros em cada uma das parcelas (figura 3) com a finalidade de confrontar com os dados da Estação Automática (INMET), e constataram-se valores idênticos, desobrigando a manutenção e a necessidade destes acessórios.



Vista da PC-2 – Pluviômetro auxiliar



Placa de Identificação

Figura 3. Pluviômetro *in loco* e identificação das parcelas - Fonte: Autores do Trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O índice pluviométrico em Governador Valadares apresentou o acumulado de 730.1 mm para o período compreendido entre os meses de setembro/2016 a abril/2017, conforme dados na figura 4.

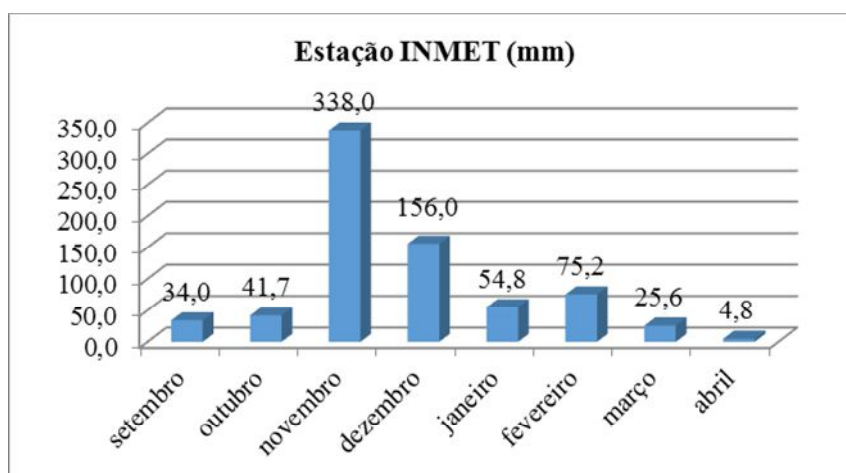


Figura 4. Precipitação mensal em Governador Valadares - Fonte: INMET, 2016/2017

O período de acompanhamento foi de setembro/2016 a abril/2017. A cada leitura realizada, os dados eram tabulados conforme tabela 1, e depois analisado a cada mês quanto ao valor precipitado, valor escoado e valor infiltrado. Valores abaixo de 4mm não geraram escoamento superficial e por isto não foi procedida a leitura nessas situações de precipitação. Desta forma, em cada uma das parcelas houve a precipitação acumulada de 3.796,52 L. A Tabela 1 apresenta o valor mensal de chuva, o volume de chuva que incidiu em cada parcela, o volume escoado por parcela e o volume infiltrado por parcela.

Tabela 1 – Controle mensal entre Setembro/2016 a Abril/2017

Mês	Estação mm	Volume de chuva na parcela (em L)				Volume coletado por parcela (em L)				Volume infiltrado por parcela (em L)			
		PC1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4	PC 1	PC 2	PC 3	PC 4
Set-16	34,0	176,8	176,8	176,8	176,8	0,00	6,1	2,4	45,0	176,8	170,7	174,32	131,76
Out-16	41,7	216,8	216,8	216,8	216,8	0,00	9,0	0,9	35,6	216,8	207,8	215,9	181,2
Nov-16	338,0	1757,6	1757,6	1757,6	1757,6	21,1	325,5	68,6	375,9	1736,4	1432,0	1679,6	1372,2
Dez-16	156,0	705,1	705,1	705,1	705,1	3,4	108,9	27,2	157,9	701,7	596,1	677,9	547,1
Jan-17	54,8	284,6	284,9	284,9	284,9	0,05	26,9	0,45	70,00	284,9	258,0	284,5	214,9
Fev-17	75,2	391,0	391,0	391,0	391,0	0,00	2,80	0,0	7,80	391,0	388,2	391,0	383,2
Mar-17	25,6	133,1	133,1	133,1	133,1	0,00	0,00	0,0	0,0	133,1	133,1	133,1	133,1
Abr-17	4,8	24,9	24,9	24,9	24,9	0,20	0,50	0,5	0,45	24,9	24,4	24,4	24,5
Total	730,1	3.690,4	3.690,4	3.690,4	3.690,4	24,8	479,8	100,2	692,7	3.665,7	3.210,5	3.580,8	2.988,2

Com os dados de coleta em cada uma das parcelas, por diferença chegou-se aos seguintes valores: maior infiltração nas parcelas coletoras com cobertura vegetal, mesmo que precária (figura 3), sendo PC1= 3.665,74L; PC3= 3.580,84L e menor escoamento superficial PC1=15,5L; PC3=103,33L; enquanto nas parcelas coletoras sem cobertura vegetal (PC2 e PC4) houve menor infiltração (PC2= 3.210,56L; PC4= 2.988,27L) e maior escoamento superficial (PC2= 479,84L; PC4=692,73L).

Em Minas Gerais, o Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) do Estado classifica o solo de Governador Valadares com 87% da área territorial inserida em “vulnerabilidade do solo à erosão” como alta ou média, sendo 56% e 31%, respectivamente (ZEEMG, 2015). Por sua vez, é consenso que sem a correta preservação do solo não há produção de água. Neste contexto degradante do solo, o próprio *Campus* (figura 5) se encontra inserido dentro de uma área que também apresenta processos erosivos e de degradação do solo, e os valores de água infiltrada e escoada são inimagináveis. Desta forma, mensurar a capacidade de produção de água da área do *campus* torna-se uma atividade atrativa e essencial para o desenvolvimento de outras pesquisas, inclusive subsidiar a escolha das melhores técnicas possíveis para a recuperação da área da encosta.



Figura 5: Vista geral do *Campus*. Fonte: Autor do Trabalho

Embora com limitações metodológicas, sobretudo por não se ter o controle da duração, intensidade, distribuição e tipo de chuva, o que se dá por meio da instalação de simuladores de chuva (SPOHR *et al.*, 2015), os valores encontrados indicam a importância da cobertura vegetal para produção de água. Desta forma, o presente resultado aponta ou ratifica a importância de outras técnicas para conservação do solo e produção de água, como práticas mecânicas ou pastagem manejada, em detrimento de recuperação por meio de plantio de mudas arbóreas exclusivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados iniciais indicam a importância da cobertura vegetal do solo, mesmo que com gramíneas ou pastagem sob condições de manejo, ou seja, permite-se a conservação do solo e da água sob estas condições sem necessariamente realizar o plantio de mudas arbóreas (florestas). Tais números podem ratificar a necessidade de adoção de técnicas mecânicas ou com cobertura vegetal diferente de florestas com vistas à produção de água e conservação dos solos. Embora seja verossímil no meio acadêmico que o fator vegetação e conservação do solo sejam preponderantes para fins de produção de água, pouco se sabe exatamente em termos quantitativos quanto de água escoou ou infiltra em uma determinada área, podendo com isto limitar as ações necessárias a serem adotadas para a recuperação da área. Em que pesem as limitações metodológicas da pesquisa, em especial a falta de simuladores de chuva, cabe exaltar a possibilidade de cálculos ainda não contemplados no escopo da pesquisa, o que deverá ocorrer no decorrer a partir da continuidade dos estudos e com a formação de uma série histórica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CALIJURI, M. C.; CUNHA, D. G. F. (Org.). **Engenharia Ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier. 789p. 2013.
2. GUIMARÃES, C. de F.; CUNHA, D. M.; CRUZ, F. M. Proposta de recuperação ambiental de encosta localizada no Instituto Federal de Minas Gerais, *campus* Governador Valadares IFMG/GV. **Anais... XV Encuentro de Geógrafos de América Latina**. Havana: Cuba, 2015.

3. GUERRA, A.J.T. **Processos erosivos nas encostas**. In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. Orgs.: A.J.T. Guerra e S.B. da Cunha. 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
4. GUERRA, A.J.T. BOTELHO, R.G.M. **Erosão dos solos**. In: Geomorfologia do Brasil. Orgs.: A.J.T. Guerra e S.B. da Cunha. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
5. GUERRA, A.J.T. et al **O Início do Processo Erosivo. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações**. 7.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. p. 17-50.
6. INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Dados da Estação Automática do município de Governador Valadares. Disponível em: < www.inmet.gov.br >. Acesso: 22 de jun. 2017.
7. LORANDI, R.; CANÇADO, C. J. **Parâmetros físicos para gerenciamento de bacias hidrográficas**. n: Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Orgs.: A.Schiavetti e A.F.M. Camargo. Ilhéus, Ba: Editus, 2002.
8. MAFRA, N. M. C. **Erosão e planificação de uso do solo**. In: GUERRA, Antônio José Teixeira; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, temas e aplicações. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 9. p. 301-320.
9. PEREIRA, A. R. Determinação da perda de solo. Deflor, Bioengenharia: Boletim Técnico nº.01.2006.
10. PIRES, F.R. **Práticas mecânicas de conservação do solo e da água**. Viçosa, 2003.
11. SARAIVA NETO, P.; *et al.* **Avaliação do escoamento superficial de água de chuva em um fragmento de Mata Atlântica no município de Viçosa, MG**. Anais... II Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: recuperação de áreas degradadas, serviços ambientais e sustentabilidade. 2009.
12. SBCS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. ONU declara 2015 como Ano Internacional dos Solos. Release. Disponível em: < <http://www.sbc.org.br/wpcontent/uploads/2015/01/Release-Ano-Internacional-do-Solo-SBCS1> >. Acesso: 11 out. 2015.
13. SPOHR, R. B.; et al. **Desenvolvimento e validação de um simulador de chuvas portátil**. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Versão On-line ISSN 2318-033. RBRH vol. 20, n.2 Porto Alegre - abr./jun. 2015 p. 411 – 417.
14. TUCCI, C.E.M., 1993. **Hidrologia ciência e aplicação**. Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH p. 36-37-40-177.
15. VALENTE, O. F.; GOMES, M. C. **Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras**. Editora: Aprenda Fácil, 210p. 2005.