

**Relações entre a Erosão Laminar a Taxa De Infiltração De Água No Solo Em Diferentes
Pontos Da Encosta, Microbacia Do Ribeirão Gomes De Melo, Sub-Bacia Do Rio Piracicaba,
Município De Rio Piracicaba-MG.**

PORTILHO, S. (FUNCESI - Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira -
sidneyportilho@yahoo.com.br).

MIRANDA, B. N. (FUNCESI - Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira -
brunonune@yahoo.com.br)

Resumo

A microbacia do Ribeirão Gomes de Melo localiza-se no município de Rio Piracicaba na porção central de Minas Gerais. A grande inclinação das encostas e o uso inadequado do solo nos últimos anos vêm causando o aumento dos processos erosivos na região, sendo que os ravinamentos e a erosão laminar são muito comuns nas vertentes na área investigada neste trabalho. O objetivo deste trabalho foi medir a taxa de infiltração, ou seja, a velocidade de infiltração da água no solo, em diferentes pontos de uma mesma encosta, com declividade de 18° e 23° em média, além de associar este resultado à taxa de erosão, crescimento da vegetação e características do solo na encosta pesquisada. Para a medir a taxa de infiltração de água no solo, foi utilizado o infiltrômetro cilíndrico, visto a facilidade em seu manuseio em comparação com outros métodos, além de ser um aparelho de baixo custo, o que também contribuiu para a escolha do mesmo. Outra característica importante foi a análise de uma crosta superficial que cobre boa parte do horizonte A na PB (parcela da baixa vertente), dificultando a infiltração da água no solo. A metodologia empregada no trabalho demonstrou resultados significativos. Os dados mostram que a baixa encosta, mesmo cercada e sem interferência gerada pelo gado ou atividade antrópica, ainda não consegue se reabilitar naturalmente, devido a sua grande degradação. Com isso, foi possível verificar a importância da cobertura vegetal na preservação do solo e o seu comportamento em diferentes pontos da encosta durante o período de coleta de dados.

Palavras-chaves: Crosta superficial, infiltração, infiltrômetro cilíndrico, degradação do solo.

Abstract

The microbasin of Ribeirão Gomes de Melo is located in the municipality of Rio Piracicaba in the central portion of Minas Gerais, Brazil. The great inclination of slopes and improper use of soil in recent years are causing the increase in erosive processes in the region, where the laminar ravinements and erosion are very common in the areas investigated in this work. The research aimed to measure the rate of infiltration, or the speed of infiltration of water in the soil, in different parts of the same slope, with slope of 18° and 23° on average, in addition to link this

result to the rate of erosion, Growth of vegetation and soil characteristics in the hillside searched. To measure the rate of infiltration of water in the soil, was used cylindrical infiltrômeter, as the facility in its management compared with other methods, besides being a low-cost unit, which also contributed to the choice of the same. Another important feature was the analysis of a surface crust that covers much of the horizon in the CR (share of the low side), making it difficult to infiltration of water into the soil. The methodology employed in the work shown significant results. The data show that low slope, even surrounded and without interference generated by livestock or human activity, yet is unable to rehabilitate naturally, a large degradation. In this way it was possible to verify the importance of vegetation cover in the preservation of soil and its behaviour in different parts of the slope during the period of data collection.

Keywords: Crust surface, infiltration, cylindrical infiltrômeter, soil degradation.

1- Introdução

A microbacia do Ribeirão Gomes de Melo, está localizada no distrito de Gomes de Melo, que faz parte do município de Rio Piracicaba, conhecido tradicionalmente pela pecuária e agricultura não tecnificada. O plantio das pastagens para a inserção do gado nas fazendas é fato consumado há vários anos, mas nas últimas décadas o abandono das fazendas, provocado pelo êxodo rural, fez com que estas pastagens fossem se degradando, conseqüentemente, o solo passou a sofrer com o intenso processo erosivo.

O objetivo deste trabalho foi medir a taxa de infiltração, ou seja, a velocidade de infiltração da água no solo, em diferentes pontos de uma mesma encosta, com declividade de 18° e 23° em média, além de associar este resultado à taxa de erosão, crescimento da vegetação e características do solo na encosta pesquisada. Outro objetivo deste trabalho foi analisar como a declividade, vegetação, características do solo, e a ação antrópica, tem interferido ativamente no processo de erosão laminar e na infiltração de água no solo, exercendo um papel fundamental no processo de evolução da micro bacia do Rio Piracicaba.

2 - Metodologia de pesquisa

As pesquisas foram realizadas em parcelas abertas medindo 3x3m onde previamente já haviam sido realizados experimentos relacionados a processos erosivos (MIRANDA, 2005). Foram utilizados pinos graduados para medir as zonas de degradação e agradação no interior das parcelas. No interior dessas parcelas a cobertura vegetal e a cobertura de superfície foi medida

por meio de transsectos horizontais, verticais e diagonais. A delimitação das parcelas foi feita segundo a metodologia dos sítios geomorfológicos, utilizada por Portilho (2003).

Para medir a taxa de infiltração de água no solo, foi utilizado o infiltrômetro cilíndrico (Fig. 1), visto a facilidade em seu manuseio em comparação com outros métodos, além de ser um aparelho de baixo custo, o que também contribuiu para a escolha do mesmo. O tubo cilíndrico foi construído, afiado nas bordas e marcado nas alturas de 5 cm e 10 cm. A bureta foi elaborada a partir de uma proveta graduada em ml, em que adaptou - se um dosador. Na realização dos testes de infiltração o cilindro foi introduzido 5 cm no solo, com o auxílio de um martelo de borracha, no intuito de evitar repique e não abalar a estrutura do terreno.

Manteve-se uma lamina d'água de 2cm acima do solo, de acordo com a regulagem do dosador na saída da bureta. A entrada d'água no solo foi lida através da variação da coluna d'água da bureta graduada em ml, isso num intervalo de tempo de 10 em 10 minutos, sendo este método baseado no trabalho de COELHO NETTO E AVELAR (1996).

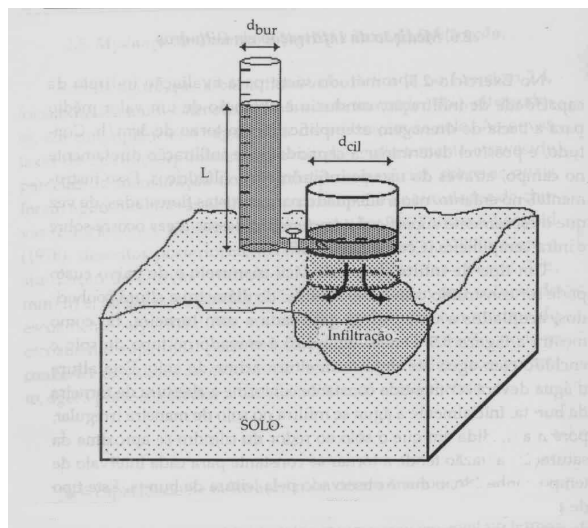


Figura 1: Modelo de um infiltrômetro cilíndrico. Fonte: COELHO NETTO E AVELAR (1996).

As medições da taxa de infiltração de água no solo foram realizadas paralelamente a duas parcelas utilizadas por MIRANDA (2005), em seu trabalho referente à perda de solo nesta encosta. Uma parcela situa-se na alta encosta, denomina PA (parcela da alta vertente), de declividade 18°, e outra na baixa encosta, PB (parcela da baixa vertente), declividade 23°. Além da medição da taxa de infiltração, foram coletadas informações recentes sobre o volume da

cobertura vegetal e a perda de solo no local. Para medir a perda do solo na encosta, foram aproveitados os pinos utilizados por MIRANDA (2005), fixados no solo após a realização do trabalho em 2005.

De acordo com COELHO NETTO E AVELAR (1996), para efetivar o cálculo da infiltração da água no solo é necessário saber o volume d'água correspondente a cada leitura L. Isto pode ser realizado através da definição do volume de um cilindro circular, ou seja, a multiplicação da sua área pela altura. Neste caso, o volume d'água infiltrado pode ser obtido pela multiplicação da área da secção da bureta (A_{bur}) pela altura da coluna d'água dentro da bureta (L) à partir de operação matemática.

3- Caracterização da área investigada

A cidade de Rio Piracicaba localiza-se no centro leste mineiro, considerada a região metalúrgica do estado de Minas Gerais, a aproximadamente 130 km de Belo Horizonte, capital do Estado. As principais rodovias que circundam o município são BR 381, BR 262 e MG 123, que atravessa a cidade (Fig. 2)

A altitude máxima está na Serra do Seara, entre João Monlevade e Rio Piracicaba, a 1.340 metros. A altitude mínima encontra-se a 643 metros, na foz do córrego do André (MIRANDA, 2005). Na microbacia do Ribeirão Gomes de Melo, as altitudes variam de 600 a 850 metros (Figura 3), com características típicas da região de mares de morros de Minas Gerais. A base geológica é formada por granito-gnaiss considerada como faixas de dobramentos do ciclo brasileiro, que teve sua formação entre (450- 700Ma). Nesta base geológica desenvolveu-se um modelo de formas policonvexas ou meia laranja com vales encaixados em forma de V. Na encosta onde foi realizado o trabalho de pesquisa, surge a presença de afloramentos de veios de quartzo. Os solos mais recorrentes na região são os Latossolos Vermelho-amarelo, Argissolos Vermelho-amarelo e Cambissolos. Os primeiros são comuns nos topos e média vertente, já os Cambissolos são mais ocorrentes na baixa encosta e, mais raramente, em topos dissecados pela denudação. Na área de estudo o solo foi classificado como Latossolo Vermelho-amarelo nos dois sítios geomorfológicos analisados.

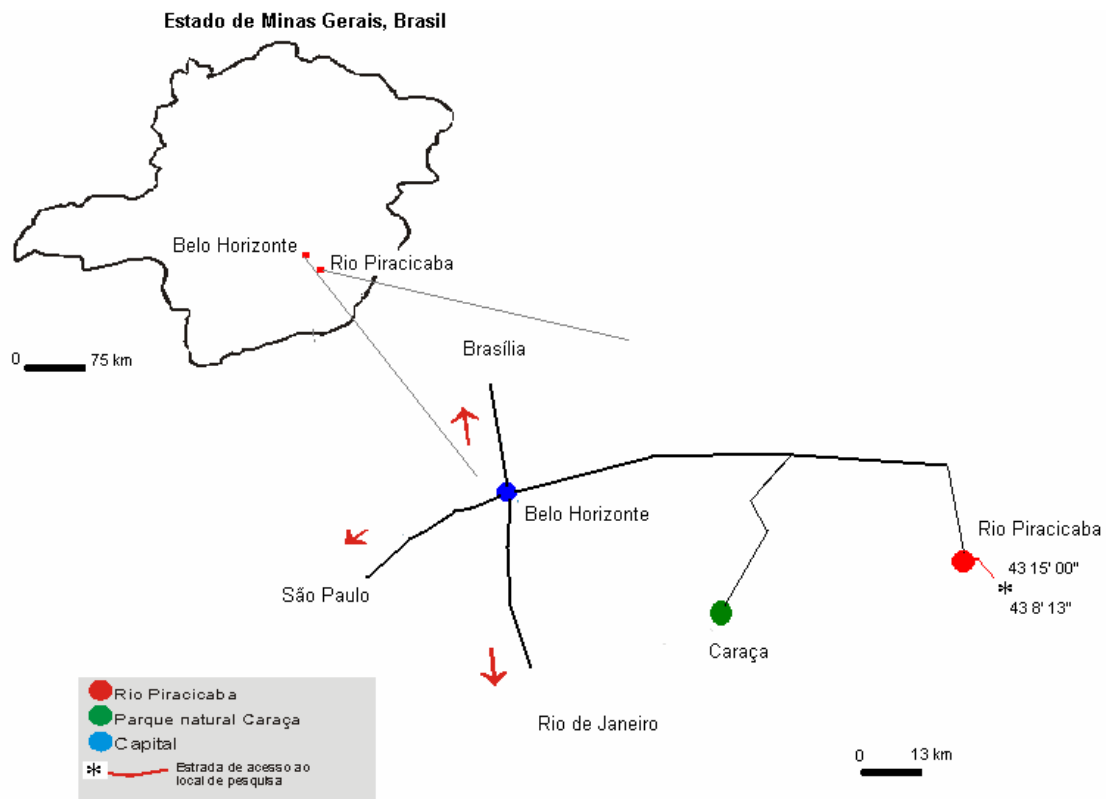


Figura 2: Localização da área de estudos

A região tem índices pluviométricos anuais que variam em torno da média de 1428mm, segundo dados da Vale (situada a 13 km do local da pesquisa). Durante os últimos 13 anos, as amplitudes foram bem significativas, como por exemplo, o índice de 972 mm em 2001 e o de 1602 mm em 2002. Os meses de novembro a abril correspondem ao período de chuvas mais intenso, nos meses de maio a outubro os índices pluviométricos são baixos. A temperatura média anual está em torno de 20°C, sendo que a média máxima anual é de 26.5 C° e a média mínima é de 15.9 C°.

A microbacia do Ribeirão Gomes de Melo, como boa parte da bacia do Rio Piracicaba, era coberta pelo domínio da Mata Atlântica. GUERRA (2001) menciona, no entanto, que este bioma foi desmantelado pelo processo de colonização descontrolada na busca de minerais preciosos e conseqüentemente, por madeireiras e pecuaristas. Para PAULA (1997) tanto a atividade mineradora quanto a agropecuária, desenvolvidas na região, não incluem nenhuma preocupação

de preservação e isso vem gerando conseqüências devastadoras no meio ambiente e recursos hídricos em geral.

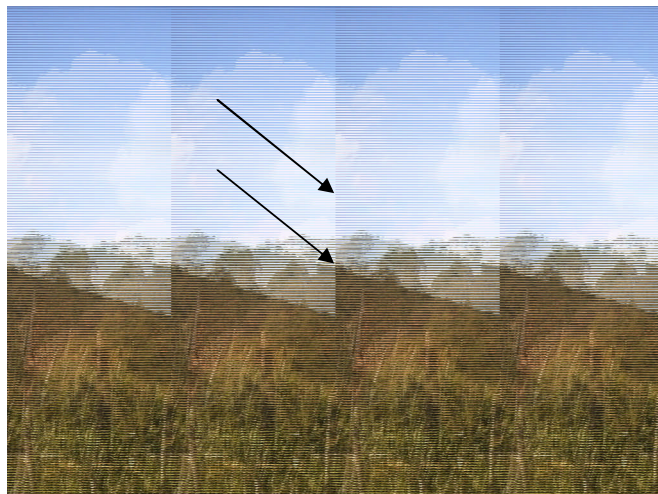


Figura 3: Área dos experimentos. As setas indicam a localização das parcelas amostrais (PA, PB).

4 – Resultados da pesquisa

4.1 Cobertura vegetal

Os dados de cobertura vegetal aqui tratados são relativos ao trabalho realizado por MIRANDA 2005, na encosta em questão, tendo início de suas pesquisas em dezembro de 2004 e seu término em outubro de 2005. Além disso, uma nova coleta de informações sobre a cobertura vegetal foi realizada em 15 de janeiro de 2008.

O gráfico 1, relativo ao volume da cobertura vegetal na PA, demonstra que de outubro de 2005 a janeiro de 2008, a herbácea foi à única espécie vegetal que obteve acréscimo no seu volume, havendo um crescimento de mais de 10%. Com isso, o capim meloso e a Brachiaria ficaram cobertos pelas herbáceas, e como conseqüência, ocorreu uma diminuição de seus respectivos volumes.

O acréscimo no seu volume da herbácea em relação às demais espécies vegetais deve-se principalmente pelo fato da área ter permanecido cercada durante todo tempo e ter sido preservada, não acontecendo naquele local nenhum corte, ou roçado, realizado regularmente na região.

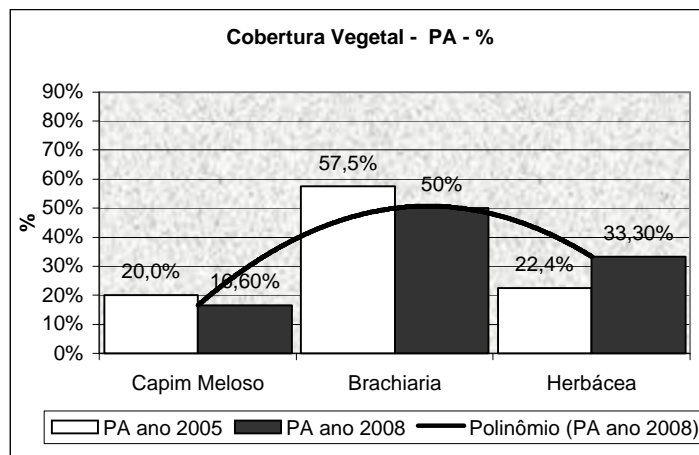


Gráfico 1: Altura da cobertura vegetal na parcela alta, período de outubro de 2005 e janeiro de 2008

Já na PB, após os dois anos e três meses, a nova coleta de dados realizada em janeiro de 2008 (Graf 2), mostrou que a área sem cobertura vegetal na parcela sofreu um acréscimo muito grande de cobertura (22,73%); sendo que somente a herbácea cresceu neste período, mesmo assim, o valor é pouco expressivo, levando em consideração que a área pesquisada ficou cercada por mais de dois anos.

Tanto o capim meloso quanto à Brachiaria tiveram uma perda no seu volume de mais de 10%. Estes dados mostram que a baixa encosta mesmo cercada e sem interferência gerada pelo gado ou atividade antrópica ainda não consegue se reabilitar naturalmente, devido a sua grande degradação. É importante ressaltar que a coleta foi realizada num período de chuvas, no qual a vegetação se apresenta em volume maior que os demais períodos do ano.

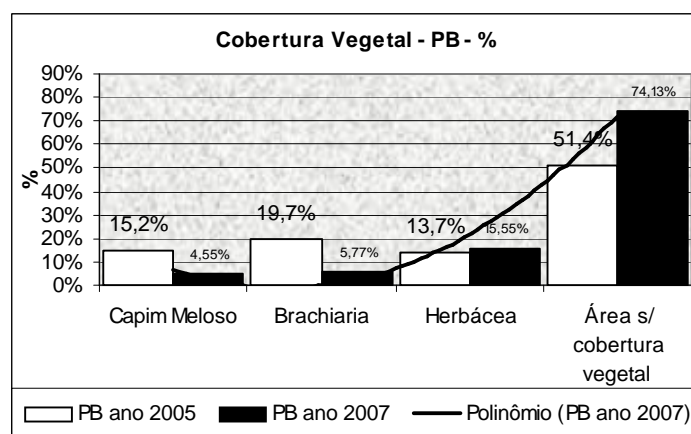


Gráfico 2: Altura da cobertura vegetal em PB, período de outubro de 2005 e janeiro de 2008.

4.2 – Transporte e deposição de solo na vertente

Como se pode observar nas figuras 4 e 5, referentes aos dados coletados com os pinos graduados dentro das parcelas, de dezembro de 2005 a janeiro de 2008 houve um aumento da perda de solo dentro de PB, principalmente do lado direito. As perdas de solo variaram de 0,5 cm a 4 cm (B14).

Os valores referentes ao aumento no acúmulo de solo na parcela em janeiro de 2008 sofreram uma variação de 0,5 a 2 cm, sendo que o maior valor se encontra em B12. Em dezembro de 2005 O B12 também era o pino com maior valor de material acumulado, sendo este de 3 cm. A figura 9 demonstra a existência de uma perda de solo acentuada na parte à esquerda de PB. Como demonstrado por MIRANDA 2005, a perda de solo na direita da parcela deve ocorrer em função do direcionamento do fluxo de água neste ponto. Este efeito provoca sulcos no solo, evoluindo até ao ponto de ravina, muito comum na encosta. O processo erosivo ocasionado pela ação da água no solo é extremamente ativo na parcela baixa, movimentando grande quantidade de solo durante o período de chuva.

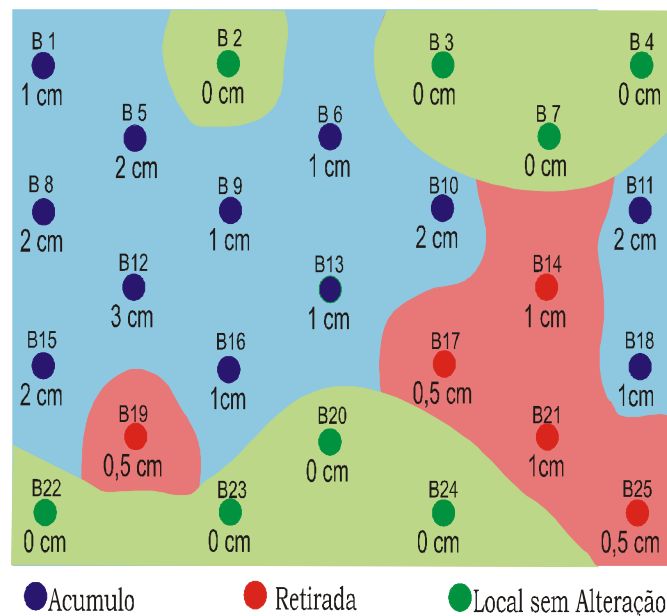


Figura 4: zonas de degradação e agradação em PB Coleta de dados em Dezembro de 2005

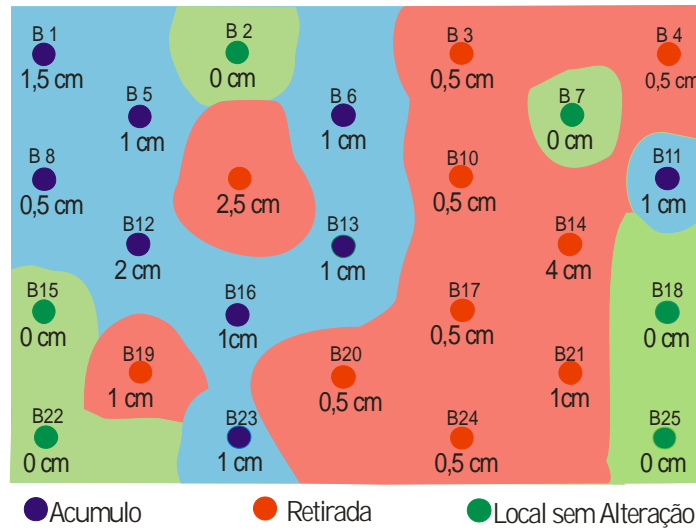


Figura 5: zonas de degradação e agradação em PB coleta de dados em janeiro de 2008

Na PA (Fig. 6 e 7) houve pouca modificação na altura dos pinos. A perda de solo ficou concentrada à direita da parcela, como na coleta realizada em 2005. Segundo MIRANDA 2005, isso se deve a um direcionamento do fluxo laminar neste ponto. A altura da perda e acúmulo de solo em janeiro 2008 não variou muito em relação a 2005. Os valores ficaram em torno de 05 a 2 cm de material movimentado. Em relação ao acúmulo de material em 2005, este ocorreu em 5 pontos da parcela, Já em 2008, ocorreu em 8 pontos, sendo o maior acúmulo no B25 com 1,5cm. No período de dezembro de 2005 a janeiro de 2008, houve uma movimentação de solo na PA significativa, entretanto os valores foram bem inferiores à movimentação de solo exercida na PB.

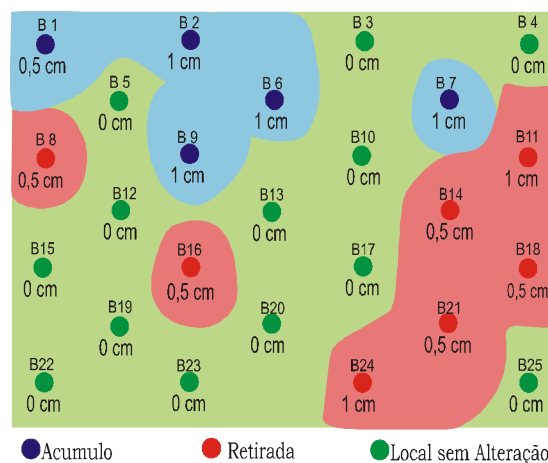


Figura 6: - zonas de degradação e agradação em PA Coleta de dados em Dezembro de 2005

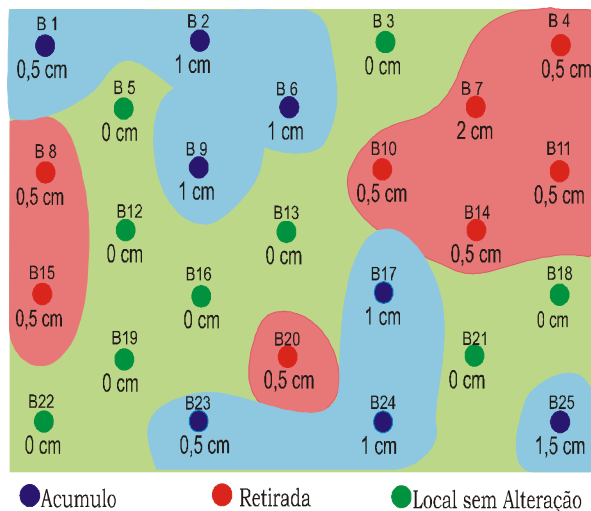


Figura 7: zonas de degradação e agradação em PA Coleta de dados em janeiro de 2008

4.3 - Medição da taxa de infiltração

Como fora anteriormente relatado, para verticalizar os estudos sobre erosão na vertente, foram realizados experimentos de infiltração da água no solo. Estes resultados servirão de base para elucidar questionamentos referentes à diferenciação e regeneração da cobertura vegetal e taxa de erosão nas duas parcelas amostradas na pesquisa.

Durante os 190 minutos de coleta de dados em PA, pode-se observar que houve uma diminuição muito rápida na taxa de infiltração de água nos primeiros 10 minutos de experimento, baixando de 1.070 ml para 900ml (Graf . 4). Na quarta amostragem, que corresponde a 40 minutos, o valor já adquire certa estabilidade até os 50 minutos (810ml). Os valores voltam a decrescer após os 50 minutos e á partir dos 70 minutos de análise os valores se estabilizam até o final da pesquisa com 190 minutos, ou seja, 2horas e 10minutos.

Os altos e baixos ocorridos nos primeiros momentos do ensaio pode ter sido ocasionado pelo fato de o horizonte A ser formado por 42% de areia e 38% de argila. O maior percentual de areia está diretamente relacionado à macroporosidade do solo, o que facilita a infiltração de água nos primeiros momentos. Ao comparar este componente textural com o do horizonte B (Tab. 1), este explica a diminuição da taxa de infiltração no tempo mais longo de experimento, pois este é composto de 48% de argila e 32% de areia. O maior percentual de argila no horizonte B1 diminui

a velocidade de infiltração da água, já que os espaços existentes entre as partículas do solo são menores (microporos).

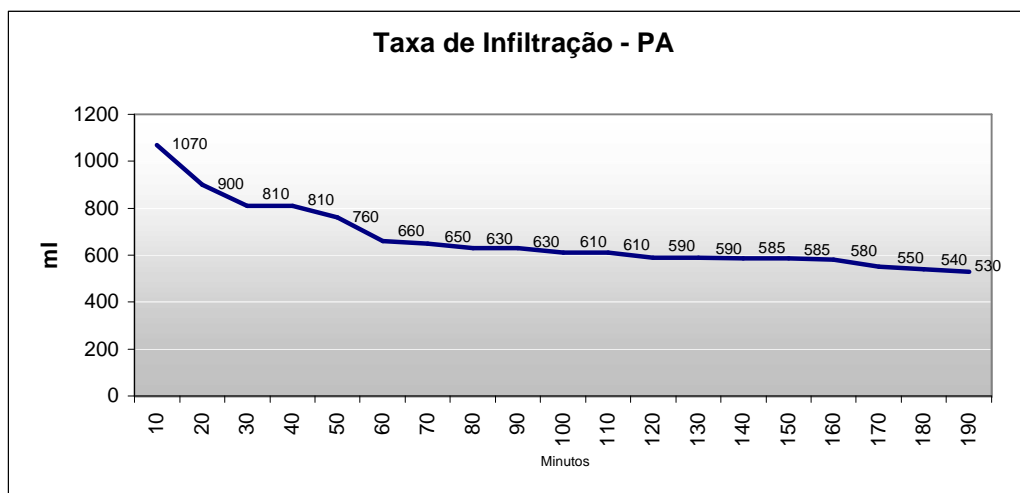


Gráfico 4: valores referentes à taxa de infiltração em ml em PA. 20/12/2007

Tabela 1: Amostra de análise do solo na PA. Fonte: MIRANDA 2005.

Amostra PA	% Areia total	% Argila	% Silte
Alta encosta – hor. A	42.55	38.93	18.52
Alta encosta – hor. B1	32.51	47.80	19.69
Alta encosta – hor. B2	25.17	51.77	23.06

Com base no gráfico 4 e tabela 1, pode-se dizer que a vazão normal da taxa de infiltração se deu a partir da saturação de macroporos do horizonte A. A vazão é extraída através de um valor constante, ou seja, um ponto retilíneo no gráfico. Na PA o trecho retilíneo iniciou-se a partir de 90 minutos e se manteve até os 140. Assim, a partir dos valores de V (volume), e t (tempo) extraídos do gráfico 5, tem-se a vazão normal do experimento realizado em PA: $Q = V/t = (742 - 694) / (140 - 90) \text{ min} = 96 \text{ cm}^3/\text{h}$. Já a capacidade de infiltração foi determinada pela divisão do resultado da vazão pela área do cilindro cravado no solo em cm^2 . Obteve-se o seguinte: $CI = (96 \text{ cm}^3/\text{h}) / (78,54 \text{ cm}^2) = 1,22 \text{ cm/h}$.

Em PB, nos 120 minutos de coleta de dados sobre a taxa de infiltração da água no solo, verifica-se uma taxa de infiltração extremamente baixa, desde o início da pesquisa até o seu término. Nos primeiros 40 minutos observa-se uma diminuição grande da taxa de infiltração de 550ml ou 648 cm³ passando para 265 cm³. Dos quarenta aos sessenta minutos existe uma estabilidade na taxa de infiltração, 180ml. A partir dos sessenta minutos os valores decrescem lentamente até o final da pesquisa com 120 minutos (Graf 5).

O baixo valor adquirido na PB deve-se a vários fatores. Primeiro, acima do horizonte A existe uma capa incrustada, que ocorreu em consequência da erosão por splash e do pisoteio do gado, formada por 44% de argila (Tab. 2), esta capa impede a infiltração da água, além disso, a falta de vegetação no local aumenta a velocidade da enxurrada, o que diminui a infiltração. A vegetação, além de diminuir a velocidade de infiltração da água, aumenta a taxa de infiltração, pois suas raízes facilitam a penetração da água no solo.

Na PB o horizonte A é formado por 54% de areia (Tab. 2), fato ocorrido em função da declividade acentuada do terreno que movimentou grande parte das partículas do solo. O fato do horizonte A ser formado em sua maioria por areia deveria facilitar a taxa de infiltração no local, mas a crosta superficial, argilosa, e a ausência do horizonte A em alguns pontos, impedem que este fato ocorra.

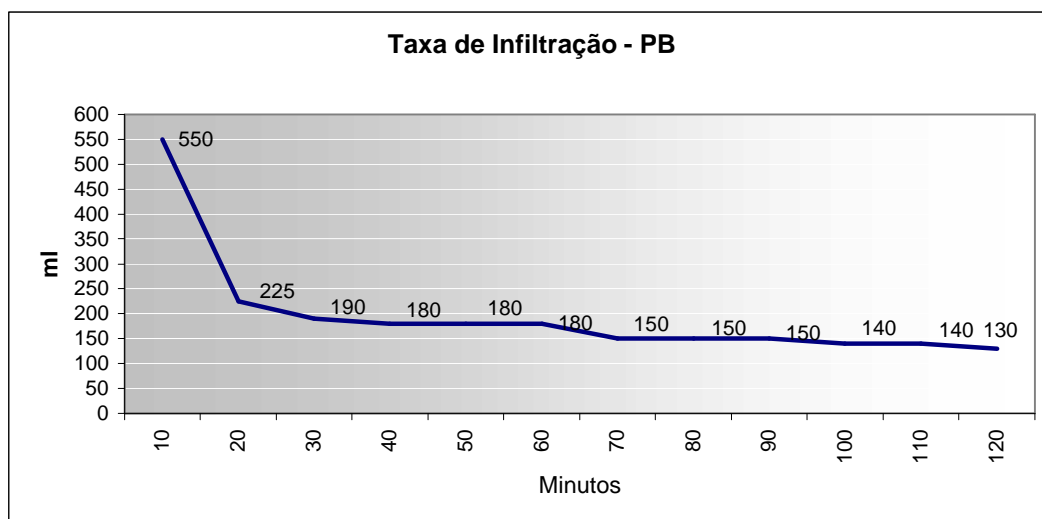


Gráfico 6: Valores referentes à taxa de infiltração em cm³ em PB. 20/12/2007

O horizonte B1, que muitas das vezes fica exposto, é formado por quase 43% de argila, o que também dificulta a infiltração da água no solo.

Para medir a vazão na PB observou-se um trecho retilíneo dando início a partir de 70min, ou seja, 1h 40min até a última coleta realizada, após 2 horas de análises (Graf. 3).

$$PB \quad Q = V/t = (177-153) / (120-70) \text{ min} = 48 \text{ cm}^3/\text{h}$$

Já a capacidade de infiltração na PB foi o seguinte: $PB \text{ CI} = (48 \text{ cm}^3/\text{h}) / (78,54\text{cm}^2) = 0,61\text{cm}/\text{h}$.

Tabela 2: Amostra de análise do solo na PB. Fonte: MIRANDA 2005

Amostra	% Areia	% Argila	% Silte
Crosta argilosa	43.52	44.35	12.13
Baixa encosta – hor. A	54.70	34.44	10.86
Baixa encosta B1	38.46	42.93	18.61
Baixa encosta – hor. B2	27.90	48.77	23.33
Material de depósito	63.27	26.67	10.06

5 - Considerações

Os dados da pesquisa indicaram uma taxa de infiltração pequena em PB se comparada à taxa de infiltração de PA. Estes dados também coincidem com a menor cobertura vegetal e maior degradação dos solos de PB em relação à PA. Os resultados mostram um contexto muito comum na micro bacia do Ribeirão Gomes de melo e também em boa parte das vertentes mamelonizadas do estado de Minas Gerais. O processo de erosão laminar muitas vezes é induzido pelo manejo inadequado do solo e isso implica em uma diminuição significativa da taxa de infiltração. Isso, por sua vez, pode influenciar negativamente na regeneração na cobertura vegetal como ocorreu em PB e também em propriedades físicas de grande relevância do solo com o geração de crostas argilosas que diminuem a capacidade de infiltração da água no solo. A falta de conservação da pastagem, o excesso de gado contido em pequenos espaços, a falta de vegetação nos topos de morro, são alguns dos ingredientes que faz da pastagem uma área de degradação ambiental.

O método utilizado na medição da taxa de infiltração o “infiltrômetro de anel” foi eficaz na comparação da taxa de infiltração nos dois pontos da encosta. No entanto, tal metodologia deve

ser empregada apenas em zonas não saturadas e onde há conhecimento prévio das condições de física de solos e cobertura vegetal.

6 - Referências Bibliográficas

ALMEIDA, MARIANA LÚCIA DE (2007). *Infiltração E Percolação Da Água No Solo*: Estudo de caso na vertente Cascatinha, Parque das Mangabeiras, UNI-BH, BH/MG.

BERTONI, J, LOMBARDI NETO, F.L, (1999). *Conservação do solo*: ed. Ícone, 4ª edição. São Paulo.

CHRISTOFOLETTI, ANTONIO. (1980). *Geomorfologia*. São Paulo, Edgar Blucher, 2º edição.

GUERRA, A. T; CUNHA, S.B (ORG) (1996). *Geomorfologia: exercícios, técnicas e aplicações*. Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 118-143p.

GUERRA, CLÁUDIO.B. *Impactos ambientais na bacia do Rio Piracicaba*. ed. Gráfica. Holanda 77p. (1992).

GUERRA, CLÁUDIO.B.(org). *Expedição Piracicaba*. Belo Horizonte. ed. Limitada, 2001.

MIRANDA. B. N. (2005). *Erosão superficial em diferentes pontos da encosta na microbacia do Ribeirão Gomes de Melo, Rio piracicaba, MG*. FUNCESI, Itabira 94p. (monografia de graduação).

PORTILHO, S. (2003). *Perda de solo por escoamento superficial e os padrões de infiltração e percolação da água no solo, microbacia do Córrego Quebra, Gouveia, MG*. UFMG, Belo Horizonte (Dissertação de Mestrado).