

## COMPARTIMENTOS GEOMORFOLÓGICOS E PRODUÇÃO DE MILHO EM AGRICULTURA DE SUBSISTÊNCIA, GUARAPUAVA-PR: AVALIAÇÃO EXPLORATÓRIA<sup>1</sup>

### Hillslope sectors and corn production on the subsistence agriculture, Guarapuava-PR: exploratory assessment

Edivaldo Lopes Thomaz

Prof. Doutor da Universidade Estadual do Centro-Oeste – PR  
ethomaz@brturbo.com.br

Artigo recebido para publicação em 07/11/06 e aceito para publicação em 15/03/07

**RESUMO:** *O presente ensaio teve por objetivo verificar a relação entre os compartimentos geomorfológicos e produção de milho em agricultura de subsistência. Foram coletadas amostras em cultura de milho cultivadas em dois compartimentos geomorfológicos (retilíneo e côncavo). Ocorreu variação na umidade de água ao longo da vertente estudada. Verificaram-se diferenças significativas no cultivo e na produção de milho praticada em cada um dos setores. No setor retilíneo a produção de milho foi de 1340 kg ha, enquanto que no setor côncavo atingiu 4170 kg ha. Concluiu-se que os compartimentos geomorfológicos (relevo) influenciaram o manejo e produção de milho.*

**Palavras-chaves:** compartimentos geomorfológicos; produção de milho; avaliação exploratória, agricultura de subsistência; Guarapuava-PR

**ABSTRACT:** *This assay had as its aim to verify the relationship between hillslope sectors and the corn production on the subsistence agriculture. Samples had been collected in two hillslope sectors (straight and concaves) that were previously cultivated with corn. Variation on the soil water capacity occurred along of the hillslope. Significant differences on the tillage and of the corn production were verified in each sector. The corn production on the straight sector was of 1340 kg ha, while on the concaves sector reached 4170 kg ha. The tillage and the corn production were affected by hillslope sectors (landforms).*

**Keywords:** hillslope sectors; corn production; exploratory assessment, subsistence agriculture, Guarapuava-PR

---

<sup>1</sup> Parte deste trabalho integra a tese de doutoramento, Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical – Guarapuava – PR, defendida junto ao programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. Durante a pesquisa o autor foi bolsista do CNPq.

## 1. INTRODUÇÃO

Têm destaque na Geomorfologia os estudos que procuram relacionar as interações entre forma e processo. O sistema vertente é um todo contínuo mantido por uma forte interdependência entre a forma, material e processo. A análise de processos em vertente por meio da perspectiva de sistema cascata leva em consideração a transferência de energia e matéria através do sistema (processo-resposta).

Contudo, essa dinâmica resulta em diferenças e descontinuidade de processos, formas e materiais em cada setor da vertente. Dalrymple *et al* (1968) citado por McCaig (1985) propôs o modelo, *nine-unit land surface*, em que diferentes processos pedo-geomórficos predominam em cada unidade de relevo. Assim, em setores planos de topo predomina o processo pedogenético e o movimento vertical da água, já setores mais declivosos favorecem o transporte de sedimento em detrimento do processo pedogenético, somado a uma preferência de movimento lateral de água subsuperficial, enquanto que no sopé de vertente ocorrem processos agradacionais, movimento subsuperficial de água com possibilidades de ocorrência de áreas de saturação.

A partir do reconhecimento da dinâmica hidrogeomorfológica da vertente os modelos físicos-conservacionistas procuram delimitar as unidades de paisagens de acordo com as características das formas, dos materiais e dos processos. Na proposição de Lepsch *et. al* (1991) acerca da Classificação de Terras no Sistema de Capacidade de Uso verifica-se a forte interdependência entre as características físicas das unidades de terras em relação as suas potencialidades e limitações às atividades agropecuárias. De acordo com esse princípio espera-se diferença de produtividade em condições naturais em cada unidade de terra. É o que se busca verificar no presente ensaio.

A bacia do Rio Guabiroba está inserida numa grande unidade em que predomina a associação de solos Litólicos Álicos (Neossolos Litólicos) e

Cambissolos Álico, ambos com horizonte A proeminente, textura argilosa fase pedregosa, sob domínio da floresta subtropical subperenifólia. O relevo desta unidade é predominantemente forte ondulado a montanhoso com declividade superior a 40%. Devido às características descritas essa unidade apresenta suscetibilidade a erosão muito forte, bem como é predisposta a deslizamentos e desmoronamentos (MENDES e CASTRO, 1984).

Os terrenos da bacia do Rio Guabiroba possuem declividades predominante média (12 a 20%) a média/alta (20 a 30% e e"30%). Essas três classes acumulam 70% da área da bacia (23,8 km<sup>2</sup>). As vertentes convexas-côncavas apresentam declividade predominante: 12 a 30%; subsidiariamente 6 a 12%; os solos predominantes: associação Cambissolo+Neossolo; Neossolo+Cambissolo e Afloramento de rocha. Nos setores retilíneos a declividade predominante é superior a 30%; solos predominantes: associação Neossolo+Cambissolo e Afloramento de rocha (ver figura 3). A variação geomorfo-pedológica é fortemente influenciada pelos estratos das rochas efusivas básica predominante na área de estudo (THOMAZ, 2005a).

Segundo o autor supracitado o uso da terra é extremamente dinâmico na bacia do Guabiroba, sendo, comum encontrar capoeira em diversos estágios de regeneração, áreas mecanizadas em pousio e rotação de terra praticada pela agricultura de subsistência ou de toco. Portanto, o uso da terra muda de um ano para outro e mesmo de uma estação para outra. Os usos com capoeira e agricultura de subsistência somam 18,93% da área total da bacia. Esses dois usos são os mais variáveis no âmbito da bacia devido a prática do sistema de rotação de terras (THOMAZ, 2005b).

Os objetivos deste estudo foram: a) verificar a variação da produção de milho em agricultura de subsistência cultivado em dois setores de vertente; b) avaliar a distribuição da umidade do solo em diferentes compartimentos geomorfológicos e relacionar sua possível influência na variação de produção milho.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi conduzido na bacia do Rio Guabirola (Figura 1). Foram avaliadas duas áreas contíguas cultivadas com milho uma em setor retilíneo com declividade em torno de 50% a 60% de declividade e outra (sopé de vertente) côncava com declividade em torno de 16%. Em cada uma das áreas foram tomadas ao acaso 15 covas semeadas com milho próximo ao período de colheita. Nessas covas foram coletadas as espigas que posteriormente

foram debulhadas e secadas em estufa por 24 horas a 60 °C. Avaliou-se de maneira geral o aspecto ligado ao stand da cultura (largura da rua, largura entre pés, número de espigas etc.) em cada setor avaliado, comparando-se com cultivo mecanizado. Em seguida os dados de ambas as áreas foram tabulados e analisados por meio de técnicas estatísticas (descritiva e inferência). Foi assumida a consideração do agricultor acerca das características semelhantes dos dois locais de cultivo (data de plantio, tratos culturais e semente).



Figura 1. Localização da área de estudo

A umidade do solo foi monitorada em cada unidade geomorfopedológica (topo, vertente retilínea, patamar, vertente convexa e terraço fluvial, Figura 2), por meio de um conjunto de tensiômetros distribuídos nas profundidades de 25, 50, 80 e 100 cm. Todavia nem todas as unidades tiveram tensiômetros

nas 4 profundidades. O registro da umidade foi feito a cada 5 dias, seguindo o ritmo da pluviosidade, ao longo do monitoramento. Ressalta-se que os setores em que foi avaliada a produção de milho são representados pelos conjuntos de tensiômetros (T4 setor retilíneo e T6 setor côncavo-convexo).

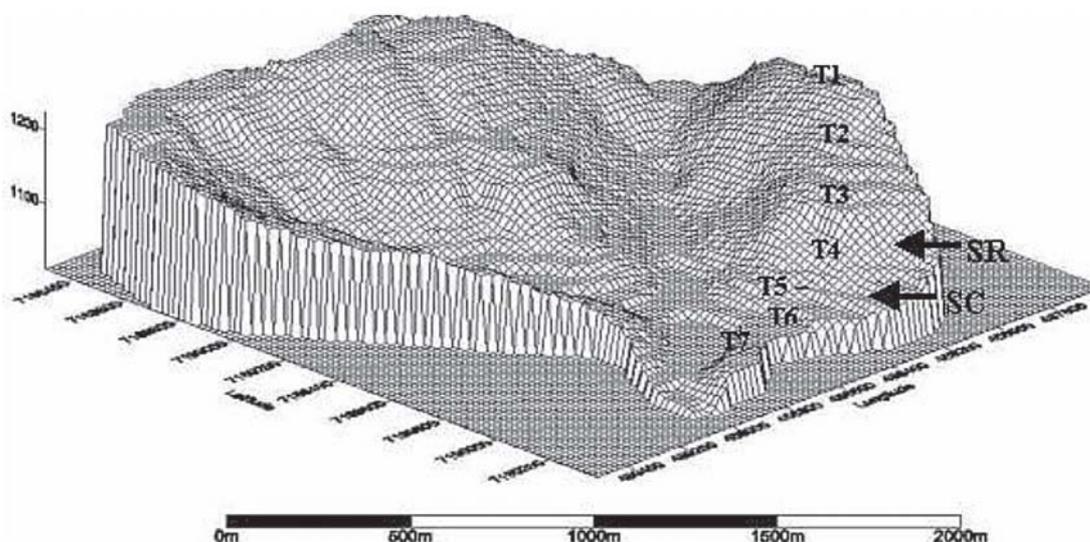


Figura 2. MDT indicando os compartimentos da vertente em que foi monitorada a umidade do solo: Nota: T=indica conjunto de tensiômetro em cada setor de vertente; SR e SC=Avaliação de produção de milho em Setor Retilíneo e Côncavo respectivamente.

Desenho: Vestena, L. R & Thomaz, E. L.

Os tensiômetros, formados por blocos de gesso, foram acondicionados dentro do solo. Após a instalação, foi possível determinar/avaliar o déficit de água. Os fios dos blocos de gesso devem ser conectados ao medidor de umidade, posteriormente, pressiona-se dois botões do aparelho simultaneamente para se obter a leitura direta. O modelo de tensiômetro utilizado foi o KS-D1. O aparelho mede a umidade, a partir da resistência elétrica do solo (OHMS), entretanto, apresenta a leitura direta va-

riando de 4,0 que corresponde a 15 Bars até 99,0 que equivale a 0,1 Bars. Por outro lado, o aparelho (manual) permite que a leitura direta no visor digital seja transformada em %, indicando a retirada (uso) de água no solo. Porém, isso é feito por meio da consulta a uma tabela. De forma a automatizar a transformação das leituras diretas em porcentagem (%), foi elaborada uma equação empírica a partir dos dados do fabricante (Figura 3)

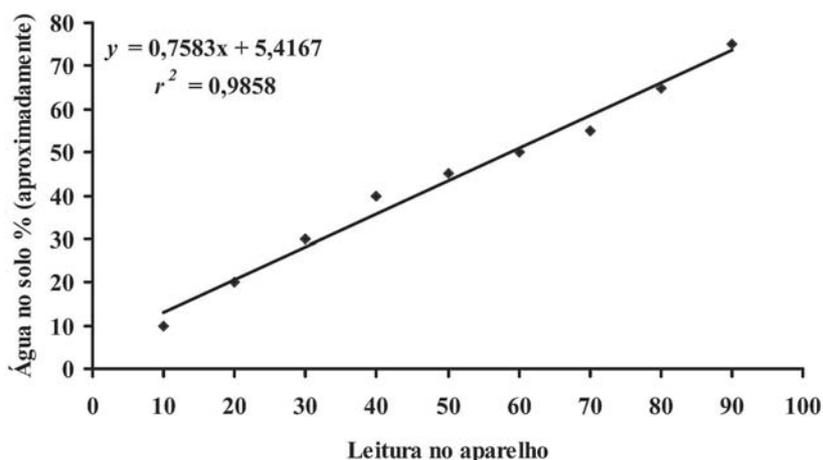


Figura 3. Transformação de leitura direta, do tensiômetro KS-D1, em porcentagem. Dados trabalhados e organizados por Thomaz, E. L. (2004).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Agricultura de Subsistência e Produção de Milho

A agricultura de subsistência na área em estudo é praticada em diferentes compartimentos

geomorfológicos, sobretudo, nos setores de vertentes retilíneas e convexas com declividades superiores a 30% de declividade. A roça de toco, denominação regional, consiste em se roçar uma área previamente em pousio antes da primavera, deixar o material secar sobre o solo e, no início da primavera coloca-se fogo para limpar o terreno (Figura 4).



Figura 4. Agricultores plantando milho depois da queimada de capoeira. Ao fundo visão dos compartimentos geomorfológicos e limites das glebas de terras (obs. Essa figura representa o conjunto T4 no setor SR da figura 2)

Posteriormente, o plantio é feito com matracca (plantadeira manual) sobre os resíduos da queimada. Essa atividade agrícola pode ser considerada como, tecnologia de nível nulo, já que, adota processos, implementos e ferramentas rudimentares (LEPSCH et al., 1991). Outro aspecto, é que ao fazer o manejo do solo os agricultores preparam suas roças seguindo uma faixa de terreno que vai do topo ao sopé de vertente (Figura 4). Nesse sentido, muitas roças seguem uma topossequência e, por consequência, a cultura está sujeita a variações pedológicas (ex. fertilidade), hidrológicas (ex. armazenamento de água) e geomorfológicas (ex. processos erosivos). Aliás, a variação da declividade pode causar também variação no plantio (ex. stand).

O stand (número de plantas por hectare) da cultura do milho foi diferente no setor retilíneo (SR) em comparação com o setor côncavo-convexo (SC) (Tabela 2 e 3), assim como, nas duas áreas o stand foi inferior ao avaliado em uma área onde o plantio foi mecanizado e a declividade era inferior a 15%.

Na agricultura de toco (SR) uma cova ocupa em média 0,77 m<sup>2</sup> resultando num stand aproximado de 12,870 mil covas por hectare (H<sup>o</sup>36422 plantas/ha), por outro lado, o mesmo tipo de cultivo feito no sopé da vertente (SC) a cova ocupa em torno de 0,55 m<sup>2</sup> proporcionando um stand aproximado de 18,181 covas/ha (H<sup>o</sup>72724 plantas/ha). O número de covas por hectare no SR foi 41,3% inferior. Na

agricultura mecanizada uma planta ocupa uma área média de 0,125 m<sup>2</sup> (C.V 10,6%) proporcionando um stand médio de 80,000 plantas/ha, bem superior, ao

número de covas/plantas registradas na agricultura de toco, particularmente no setor retilíneo.

Tabela 1. Características do cultivo de milho em setor retilíneo

Parâmetros estatísticos	Largura das ruas (m)	Largura entre covas (m)	Número de pés por cova	Número de espigas por cova
Média	1,04	0,74	2,83	2,60
Desvio padrão	0,14	0,09	1,08	1,06
C.V (%)	12,9	12,4	38,3	40,60
Mínimo	0,90	0,62	1,00	1,00
Máximo	1,40	0,97	6,00	5,00

Dados trabalhados e organizados por Thomaz, E. L. (2005).

O número de pés de milho e espigas por cova apresentou maior variação em ambos os locais, do que a variação das larguras entre as ruas e a distância entre as covas (Tabela 1 e 2). As larguras entre as ruas e as covas indicam que os agricultores conseguem manter uma certa constância durante o plantio. Já, o número de pés de milho por cova e,

por extensão, o número médio de espigas está diretamente relacionado com a regulagem da plantadeira. Além disso, ela pode sofrer desregulagem durante o plantio, especialmente, em solos pedregosos em que ocorre constantemente forte impacto no bico da máquina ocasionado por seixos e matações (Figura 4).

Tabela 2. Características do cultivo de milho em setor côncavo

Parâmetros estatísticos	Largura das ruas(m)	Largura entre covas (m)	Número de pés por cova	Número de espigas por cova
Média	0,90	0,61	4,04	2,20
Desvio padrão	*	0,08	1,41	0,77
C.V (%)	*	13,17	34,85	35,21
Mínimo	*	0,49	2,43	1,00
Máximo	*	0,71	5,86	4,00

Nota: (\*) dado não avaliado

Dados trabalhados e organizados por Thomaz, E. L. (2005).

Apesar da pouca variação da distância entre ruas e cova em ambas às áreas (SR e SC), constatou-se que no SR esse valor é maior nos dois parâmetros. Essa diferença se reflete no stand final de cada área. No setor retilíneo a declividade (40% a 60%) dificulta o percurso dos agricultores e a pedregosidade superficial é maior, com isso, durante o plantio não se consegue manter uma distância regular entre ruas e

covas. Em contrapartida, no SC devido à declividade (<20%) e a pedregosidade superficial menor ocorre menos interferência no padrão do plantio.

Essas características inerentes ao manejo da terra e plantio, somado às variações geomorfológicas, pedológicas e hidrológicas no sistema vertente pode influenciar a produção de milho (Tabela 3). A

produção nos dois compartimentos geomorfológicos foi diferente estatisticamente. Além disso, a variação da produção de milho no SR foi muito maior (50,14%). A produção no SC foi 55% superior ao registrado no SR.

Tabela 3. Comparação da produção de milho em g/cova nos dois setores de vertente

Parâmetros estatísticos	Setor retilíneo	Setor côncavo
Média*	103,19A**	229,34B
Desvio padrão	51,74	82,28
C.V(%)	50,14	35,88
Mínimo	43,93	52,58
Máximo	197,60	372,46

**Nota:** \*Número de amostra 15; \*\*Letras indicam diferenças significativas ao nível de  $\alpha 0,01\%$  pelo Teste t. Dados trabalhados e organizados por Thomaz, E. L. (2005).

A produção é afetada pelas características das espigas produzidas em cada um dos setores (Figura 5). No compartimento SR a relação entre número de espigas por cova e o peso em gramas foi inferior ao obtido no SC. Entretanto, nos dois setores houve correlação positiva entre o número de espigas e a produção de milho. O número médio de espigas por cova em ambas as áreas foi de duas, com uma frequência de 53% no SR e 60% no SC (n=15).

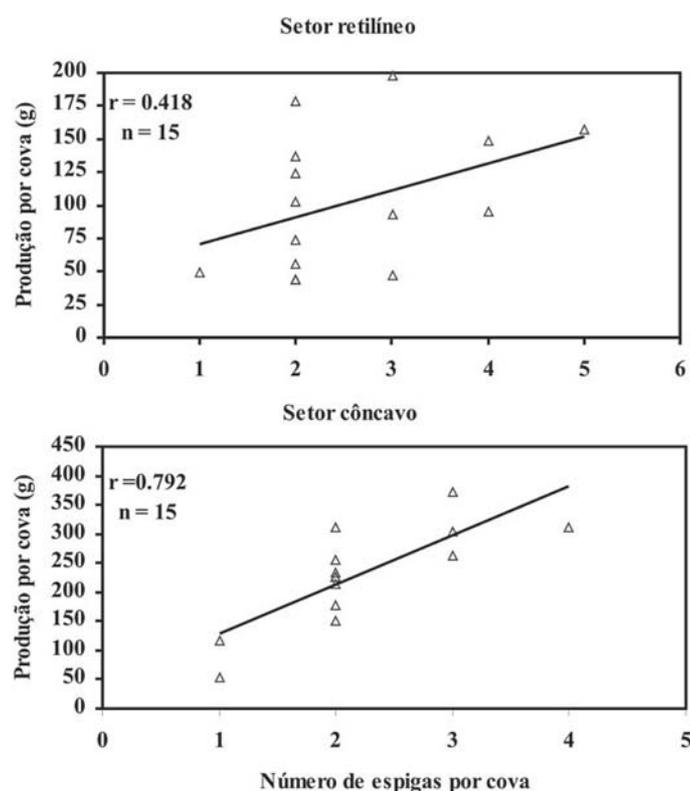


Figura 5. Correlação entre o número de espiga e a produção de milho nos setores retilíneo e côncavo. Dados trabalhados e organizados por Thomaz, E. L. (2005).

Contudo, no SR houve variação maior, já que, em média a produção dessas duas espigas foi de 95,0 g (C.V 48,9%), enquanto que no SC a produção das duas espigas teve média de 224,5 g (C.V 20,3%). Este fato demonstra a maior heterogeneidade das covas/espigas no SR.

Em relação à produção de milho a média estimada para o SR atingiu 1340 kg ha (22,3 sacas), em contrapartida, o SC registrou uma produção de 4170 kg ha (69,5 sacas), isto representou uma produção 3 vezes maior nesse setor de vertente. Entretanto, é necessário considerar a forte variação que ocorre dentro de cada gleba como já comentado.

A produção de milho em agricultura de subsistência é muito inferior aos obtidos em agricultura comercial com uso de tecnologia, por exemplo, produtores associados à Cooperativa Agrária, região de Guarapuava, obtiveram uma produtividade média de 4000 kg ha (67 sacas) na década de 1980, já na década de 2000, a produtividade média atingiu 9200 kg ha (153 sacas) (Cooperativa Agrária, 2002).

### 3.2 Monitoramento de Umidade do Solo nos Setores de Vertente e Influência na Produção de Milho

O monitoramento de umidade na vertente permitiu algumas considerações sobre o comportamento da água sistema vertente. Apesar da quantidade de dados gerados, optou-se por apresentar de modo qualitativo duas situações distintas, todavia frequentes ao longo do monitoramento: a) água disponível em todos os setores de vertente (Figura 6.a); b) déficit hídrico após irregularidade pluviométrica (Figura 6.b). A distribuição do conjunto de tensiômetros seguiu a compartimentação das unidades geomorfo-pedológicas (THOMAZ, 2005a). Considerou-se que os agricultores geralmente plantam em todos os setores de vertente, isto é, do topo ao fundo de vale (ver figuras 2 e 4).

A maior parte do monitoramento (mais de 80% das vezes) a água disponível permaneceu entre 73% (<0,6 Bar, leitura direta no aparelho 89,0) a

78% (<0,3 Bar, leitura direta no aparelho 96,0). Nessa condição, o solo está em sua capacidade de campo, isto é, em termos agrônômicos, é a amplitude de desenvolvimento da maioria das plantas (informações de acordo com o fabricante).

Na figura 5.a, é apresentado a situação em 14/09/2002 após uma chuva de 59,0 mm, verificou-se equivalência na umidade em todas as profundidades e setores de vertente. A média das profundidades e setores foi 78,4% de água disponível, condição semelhante ao comentado acima.

A figura 5.b indicou a condição em 22/01/2003 em que durante 23 dias ocorreram 32,5 mm de chuva, enquanto que no mês de janeiro foi registrado 89,5 mm. Nessa condição, constatou-se que os horizontes superficiais (aproximadamente 25 cm) dos segmentos de topo (T1) e vertente retilínea (T2) apresentaram pressões negativas, déficit hídrico. O outro setor de vertente retilínea (T4) e o terraço fluvial apresentaram baixa disponibilidade de água 6,2 e 13,2% respectivamente. O segmento de patamar (T3) e vertente convexa (T5) registraram valores em torno de 25% de água disponível. Por fim, o setor de vertente convexa/côncava (T6) não registrou redução de umidade significativa em nenhuma das profundidades.

O terraço fluvial (T7) apresentou resposta diferente nas três profundidades: 1) perda de umidade superficial (25 cm); 2) retenção de umidade (72,1%) na profundidade intermediária 50 cm; 3) ligeira redução de umidade (47,4%) na profundidade de 80 cm. Infere-se que esse comportamento é por conta do movimento do lençol freático assim, à medida que o topo perde umidade nas maiores profundidades (80 cm), à frente de umidade é rebaixada pelo recuo do lençol freático, formando uma faixa de transição (tampão) no centro do perfil. Nos períodos de veranicos ou de distribuição irregular das chuvas, verificou-se redução significativa na vazão de nascentes (olho d'água) e canais de primeira e segunda ordem na área de contribuição da vertente.

Em linhas gerais, observou-se que: 1) quando a distribuição da precipitação é regular, não ocorre

déficit hídrico em nenhum setor de vertente, pois há tendência de homogeneização da distribuição de umidade na vertente tanto, vertical como horizontal; 2) a irregularidade na distribuição da chuva leva alguns setores da vertente a registrar redução de umidade primeiro do que outros (segmentos de vertente retilínea T2 e T4, topo T1, vertente convexa T5 e terraço fluvial T7). Esse comportamento é devido aos solos rasos e pedregosidade no interior do horizonte, que aumenta a drenagem e reduz a capacidade de armazenamento de água, à exceção do terraço fluvial; 3) o patamar (T3) apresentou redução superficial de umidade, porém, o espessamento do solo e a menor

pedregosidade nas profundidades acima dos 30 cm fizeram com que ele armazenasse mais água; 4) Essa dinâmica é semelhante ao setor de vertente convexa/côncava (T6) com Cambissolo, moderadamente profundo com baixa pedregosidade, porém essa unidade é a que tem maior capacidade de retenção de umidade seguida pelo patamar; (T5) o terraço fluvial (T7) apresentou redução de umidade ao longo do perfil (rebaixamento) mais rapidamente do que outros setores, a montante (ex. vertente convexa/côncava T6). Essas análises indicam a variabilidade vertical e horizontal da umidade ao longo da vertente.

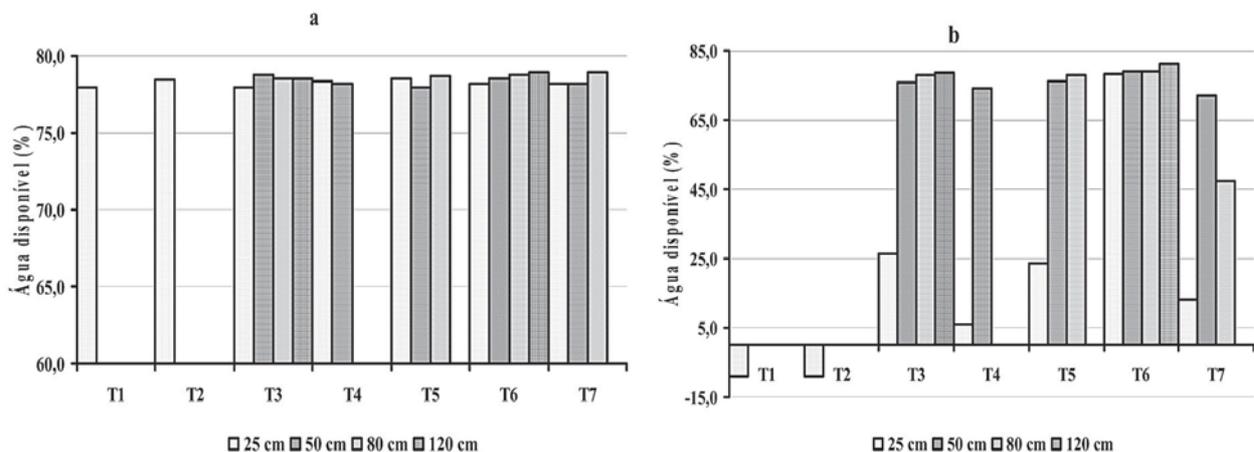


Figura 6. Umidade do solo nas unidades geomorfopedológicas: a) situação de umidade; b) situação de déficit hídrico. Dados coletados e trabalhados por Thomaz, E. L. (2004).

Ao se analisar a produção de milho nos dois setores de vertente (retilíneo e côncavo) constatou-se diferenças significantes entre ambos. Mesmo sem se fazer correlações estatísticas acerca da dinâmica da água no sistema vertente verificou-se comportamento distinto em cada um dos compartimentos. Nesse sentido, a cultura de milho plantada em setor retilíneo, está mais sujeita ao déficit hídrico do que a plantação de milho localizada no setor côncavo. Esse fato, distribuição de umidade, pode levar a variação de produção de milho ao longo da vertente, além dos outros fatores anteriormente mencionados (ex. fertilidade, processos erosivos etc.).

#### 4. CONCLUSÃO

O cultivo de milho realizado no sistema de rotação de terra apresenta baixa produção, sobretudo, no setor retilíneo onde o solo é muito raso (<0,50 m). Além disso, ao plantar (milho e feijão) do topo ao fundo de vale necessariamente a cultura ocupará faixa de terra com diferentes potencialidades devido à variação dos compartimentos geomorfológicos, assim como, ocorre variação na dinâmica dos processos atuantes em cada setor do sistema vertente.

A característica do relevo em área dissecada,

esculpida sobre rochas basálticas, leva a formação de vertentes escalonadas (compartimentos geomorfológicos, ver figura 3) com limites bem definidos. Assim dentro de um propriedade rural o agricultor tem sua gleba abrangendo essas diferentes unidades de terras. Portanto, o planejamento da propriedade deve considerar essas características do relevo. Em termos práticos, a partir da presente avaliação exploratória confirmou-se que 1 hectare pode render o equivalente a 3 hectares ocupados em área sem aptidão agrícola.

Em outras palavras, se esse mesmo hectare for utilizado intensamente, isto é, for cultivado todos os anos, em 3 anos o agricultor teria uma produção equivalente a ocupação de 9 hectares no sistema de rotação de terras, já que ele deixa a terra em pousio em média por 3 a 5 anos para cultivá-la novamente.

Nesse sentido, muitas áreas em que é praticada a agricultura de toco (rotação de terras) na região de Guarapuava deveria intensificar o cultivo de manchas de terras (pequenas áreas) com melhor aptidão agrícola. Assim, se evitaria o desmatamento de capoeiras em regeneração em setores de vertentes declivosas (acima de 30%) com solos rasos, pedregosos e com baixa capacidade de armazenamento de água. Aliás, o agricultor despenderia menos tempo no preparo das roças, teria uma produção maior, diminuiria o desmatamento freqüente de áreas em regeneração, utilizaria menos fogo, e por extensão, reduziria a erosão das terras e aumentaria a proteção de nascentes e rios.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COOPERATIVA AGRÁRIA. **V Curso de fertilidade do solo em plantio direto**. Guarapuava: Aldeia Norte Editora, 2002, 127p.

LEPSCH, I. F. et al (org.). **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, 1991, 175p.

MENDES, W.; CASTRO, A. F. **Limitações do uso**

**dos solos do Estado do Paraná por suscetibilidade à erosão**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SNLCS, 1984.

McCAIG, M. Soil properties and subsurface hydrology. in RICHARDS, K.S.; ARNETT, R. R. e ELLIS, S. **Geomorphology and soils**. Editor Allen & Unwin, London, 1985, p. 121-140.

THOMAZ, E. L. (a) Caracterização do meio físico da bacia do Rio Guabiroba: ensaio empírico-cartográfico como fundamento ao estudo de processos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11. 2005, São Paulo. **Relação de Trabalhos**. São Paulo: Departamento de Geografia/FFLCH/USP, 2005. p.1616-1631. 1 CD-ROM.

THOMAZ, E. L. (b) **Processos hidrogeomorfológicos e o uso da terra em ambiente subtropical – Guarapuava – PR**. São Paulo, 2005, 297 f. Tese (Doutorado em Ciência, área Geografia Física) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.