

## Relação da vegetação de uma microbacia da Amazônia com a condição geomorfométrica local

Polyanna da Conceição Bispo<sup>1</sup>  
Márcio de Morisson Valeriano<sup>1</sup>  
Tatiana Mora Kuplich<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Caixa Postal 515 - 12245-970 - São José dos Campos - SP, Brasil  
{polyanna, valerian, tmk}@dsr.inpe.br

**Abstract.** The objective of this work was to assess the potential of geomorphometric variables, derived from SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) data, to help identifying vegetation types in the Igarapé Asu (AM) watershed. A 1:10.000 survey vegetation map was used as reference and the geomorphometric variables (elevation, slope, aspect and profile and plan curvatures) were compared to the mapped units. The classes from the of vegetation map were matched with the geomorphometric data and both exported. This was scheduled in a sampling procedure with a stratified random scheme, where different sample densities were planned to bring around 50 points in each class. The sampled data in spreadsheets were paired according to their geographical location and the files exported from the worksheet were submitted to statistical analyses. The variables elevation, slope and aspect were shown as the most important for their high discrimination power of the vegetation types. Although geomorphometric data had strong potential for characterizing vegetation through map comparisons, the achieved thematic detail levels were lower than those of the reference map when data were analyzed under numerical approach. It was concluded that geomorphometric data were an important input for vegetation mapping, but it shall be employed in combination with currently used data.

**Palavras-chave:** topography, SRTM, Brazilian Amazônia, topografia, SRTM, Amazônia.

### 1. Introdução

Estudos envolvendo relevo e formações vegetais são de grande importância para o entendimento da dinâmica e formação da Floresta Amazônica. Nesta, o relevo é usado como a base para uma classificação primária, que define a Amazônia como primordialmente coberta por formações florestais de terra firme e de várzea (ou inundáveis) (Pires e Prance 1985). Aliado a isso, a heterogeneidade das condições do solo na Amazônia é frequentemente ligada à topografia e exerce uma notável influência sobre a composição, a estrutura e os padrões de diversidade da floresta (Pelissier et al., 2001). A topografia da Amazônia Central é fortemente correlacionada com a textura do solo (Chaveul, et al., 1987), e estes fatores são os maiores condicionantes da distribuição de espécies vegetais e da estrutura de suas comunidades, em escalas local e regional (Lieberman et al., 1985; Kubota et al., 2004). A comunidade de palmeiras, por exemplo, se distribui em três zonas de acordo com as condições hidromórficas do solo: solos bem drenados (platô, topo, vertente), solos pobremente drenados (zona de transição) e solos sazonalmente inundados (igarapés) (Kahn e Castro, 1985). Tal condicionamento não se restringe à distribuição de tipos vegetacionais: cerca de 30% das variações espaciais nas estimativas de biomassa de árvores estão relacionadas às características do solo e à topografia (Laurence et al., 1999). Adicionalmente, nas florestas de várzea a topografia pode definir a riqueza e distribuição de espécies vegetais ao longo do gradiente de inundação e sedimentação (Wittman et al., 2004).

Embora se reconheçam os dados topográficos como importante fonte de informações para subsidiar o mapeamento da vegetação (Kirkby et al., 1990; Florinsky e Kuryakova, 1996; Velázquez-Rosas et al., 2002), o estabelecimento de metodologias com este aporte ainda requer o desenvolvimento de estudos específicos (Kellndorfer et al., 2004). Tal condição pode ser explicada por uma histórica ausência de levantamentos topográficos detalhados, pela qual grande parte do território nacional permanece com mapeamentos em escalas inadequadas para

várias aplicações. Neste contexto, a utilização de bases topográficas obtidas por sensores orbitais podem enfim significar a viabilização desses estudos.

A missão SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission), ocorrida em 2000, possibilitou a coleta de dados altimétricos para praticamente toda a superfície terrestre. A existência desses dados em cobertura nacional permite que se avalie e se desenvolva seu potencial para o mapeamento da vegetação de forma relativamente padronizada em diferentes ambientes.

Os dados SRTM mostraram que são passíveis de derivação em variáveis geomorfométricas, para expressão das diferentes características do relevo, o que resulta num conjunto de dados em complemento à altimetria (Valeriano, 2005). Cada variável condiciona a vegetação através de diferentes aspectos da paisagem (temperatura, exposição solar e hidrologia, por exemplo), além do controle direto sobre o transporte e o acúmulo de nutrientes, estruturas de propagação, biomassa e substâncias vegetais, que afetam sua distribuição. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o uso isolado das variáveis geomorfométricas locais extraídas de modelos digitais de elevação SRTM para identificação de tipos vegetacionais da área da Microbacia do Asu. Neste objetivo, este estudo busca selecionar as variáveis geomorfométricas que melhor caracterizam os tipos de vegetação e, reciprocamente, identificar as condições geomorfométricas para ocorrência das diferentes classes observadas.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Área de estudo

A Microbacia do Igarapé Asu situa-se a 80 Km ao norte de Manaus-AM ( $2^{\circ} 36' S$  e  $60^{\circ} 12' O$ ), na Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas) (Figura 1).

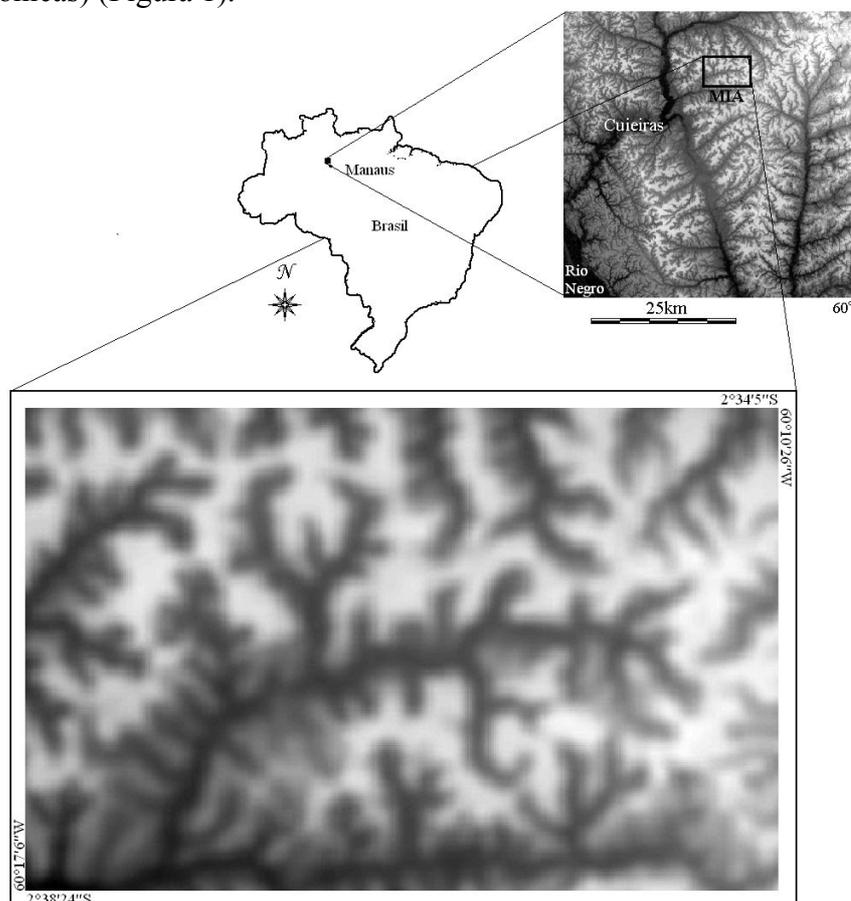


Figura 1. Localização da Microbacia do Igarapé Asu (MIA).

Esta microbacia pertence à bacia do Rio Negro e ao sistema hidrográfico da bacia do Cuieiras, e tem cerca de 500 ha. A altitude da região varia entre 40 e 100 m (Oliveira & Amaral, 2004), e o relevo é caracterizado por platôs de pequena extensão, variando entre 500 e 1000 m, localmente dissecados pela rede hidrográfica e ligados por vertentes convexas aos vales planos, chamados baixios (Chauvel, 1982). O clima é quente e úmido, caracterizado por uma temperatura média anual oscilando entre 25,6° C e 27,6° C, com precipitação anual entre 1.355 e 2.839 e umidade relativa do ar variando de 84 a 90% ao longo do ano (Oliveira & Amaral, 2004). A cobertura vegetal da região é caracterizada como uma típica floresta tropical úmida de terra-firme, fisionalmente distinta entre florestas de platô, vertente e baixio (Prance et al., 1976)

## **2.2 Dados topográficos e de vegetação**

O mapa de vegetação da Microbacia do Igarapé Asu (MIA) usado para o presente estudo, possui uma escala 1:10.000 e foi fornecido pelo grupo de pesquisa Biodiversidade – Zoneamento Ecológico Econômico, coordenado por Jasen Zunon (INPA). Para a construção deste mapa de vegetação foi utilizada uma imagem Thematic Mapper(TM)/Landsat. As áreas dos platôs com as cotas mais altas (cotas acima de 61 m) e mais baixas (cotas de 0 a 60 m) foram extraídas das imagens do SRTM. Ressalta-se que para extrair as áreas de baixios foi utilizada a camada da hidrografia do IBGE, utilizando-se uma zona (buffer) de 50 m para cada lado dos igarapés.

Os dados topográficos provieram do banco de dados geomorfométricos do projeto TOPODATA (2008), preparados conforme os procedimentos estabelecidos nesta iniciativa. Foram utilizadas as seguintes variáveis: (G) declividade, (A) orientação de vertentes, (kv) curvatura vertical e (kh) curvatura horizontal, além da própria (h) elevação, para área de estudo. A declividade corresponde ao ângulo de inclinação da superfície local. Possui ação direta sobre o equilíbrio entre a infiltração de água no solo e escoamento superficial, além de controlar a intensidade dos fluxos de matéria e insolação. Esse conjunto de fatores resulta na formação de ambientes com diferentes características físicas e biológicas, as quais permitem o estabelecimento de diferentes tipos de vegetação. A orientação de vertentes corresponde a um ângulo horizontal entre o norte e a projeção horizontal de um vetor normal à superfície. A curvatura vertical se refere ao caráter convexo/côncavo do terreno quando analisado em perfil. Ela está relacionada aos processos de migração e acúmulo de água, minerais e materiais orgânicos no solo através da superfície, proporcionados pela gravidade (Schmidt et al., 2003). A curvatura horizontal é considerada em direção ortogonal à curvatura vertical. Finalmente, a variável elevação corresponde à altitude do terreno. Está relacionada à distribuição altitudinal do solo e clima, condicionando diferentes padrões vegetacionais na paisagem.

## **2.3 Amostragem e análise dos dados**

Após a seleção do mapa de vegetação foi feita a migração e a compatibilização destes dados com os dados geomorfométricos. Foi feita uma amostragem das variáveis por classe vegetacional em esquema aleatório estratificado. Foram definidas diferentes densidades de amostragem para que fossem escolhidos aproximadamente 50 pontos de cada classe. Os dados amostrados foram pareados em planilhas de acordo com sua posição geográfica e o conteúdo destas planilhas submetido às análises estatísticas.

Os planos de informação armazenados foram editados na forma de mapas uniformizados para uma visualização conjunta dos dados. Foram elaborados histogramas das variáveis geomorfométricas dentro da área de cada classe de vegetação, buscando identificar grupos de classes de comportamento semelhantes e variáveis de maior poder indicativo dos mesmos.

A separabilidade estatística das classes de vegetação com base nas variáveis geomorfométricas foi verificada através de análises discriminantes (Manly, 1994). Para melhorar a linearidade dos dados, estes foram logaritmizados e posteriormente padronizados.

Visando avaliar o potencial de aplicação dos dados geomorfométricos no mapeamento da vegetação, foram realizados processamentos que tiveram como base as observações gerais e os resultados das análises estatísticas. As análises discriminantes aplicadas sobre as classes vegetacionais indicaram as variáveis geomorfométricas de maior peso na separação dos grupos, bem como quais desses grupos melhor se separavam entre si. A equação da primeira função discriminante foi aplicada sobre as variáveis geomorfométricas, gerando uma nova banda que concentrou a maior parte da variância dos dados. Esta nova banda foi classificada por fatiamento e um mapa experimental de vegetação foi gerado, sendo este editado em função do mapa de referência.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Caracterização da vegetação quanto as variáveis geomorfométricas

Na apreciação inicial dos dados, puderam ser observadas as faixas de amplitude numérica dos dados topográficos, além da distribuição geográfica de cada variável. É possível verificar, também, a correspondência entre determinados padrões topográficos e algumas classes de vegetação (Figura 2). As classes vegetacionais, de modo geral, mostraram-se condicionadas pela elevação, como a Floresta de platô baixo com campinarana e a Floresta de baixo, restritas aos terrenos mais baixos, assim como a Floresta de platô alto restrita às maiores altitudes. A Floresta de platô alto se concentra nos topos de elevações locais. Os mapas sugerem que a declividade condiciona todas as feições vegetacionais. A Floresta de platô baixo com campinarana se mostra associada à faixa íngreme que delimita a região de baixo em cujo terreno se associa a Floresta de baixo. A Floresta de platô alto localiza-se na faixa de platô mais alta e de menor declividade.

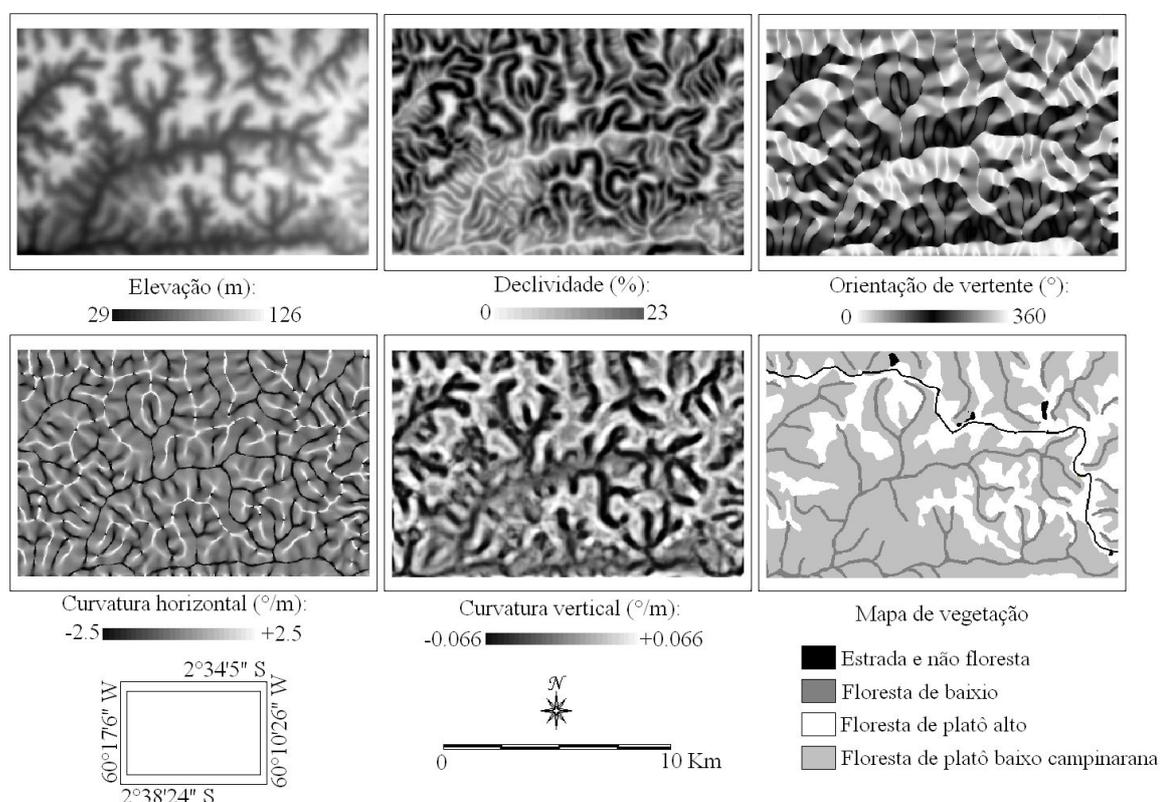


Figura 2. Mapas das variáveis geomorfométricas locais derivadas dos dados SRTM e o mapa de vegetação referência.

A relação entre as classes de vegetação e a orientação de vertentes não se mostrou evidente pela comparação entre os mapas. Exceto pela classe Floresta de baixio, que se encaixa entre as vertentes, as demais classes não mostram relações diretas com o grau de iluminação do terreno.

A curvatura vertical mostrou-se organizada em regiões, num padrão definido por convexidades e concavidades distribuídas sobre diferentes segmentos. Terrenos convexos possuem geralmente solos mais rasos, mais arenosos e de menor retenção de água, tal condição na área de estudo mostrou-se suficiente para permitir a ocorrência da Floresta de platô alto.

As formações que se mostraram restritas a concavidades foram a Floresta de platô baixo com campinarana e a Floresta de baixio. Esta última está diretamente associada a canais de drenagem. No caso particular do relevo desta área, a derivação do MDE (já disse o que é?) evidenciou a drenagem como concavidade, porém pode haver áreas com outro padrão de curvatura vertical. Canais de drenagem são mais apropriadamente evidenciados pela curvatura horizontal, caracterizados como terrenos convergentes (curvatura negativa). Observa-se que a Floresta de baixio se distribui de modo contínuo ao longo do curso dos principais rios nos trechos em que o canal tem baixa declividade.

Na Figura 3 é mostrada a distribuição de frequência relativa das variáveis geomorfométricas dentro de cada classe de vegetação em comparação com toda a área da MIA. A diferença de distribuição das frequências de cada classe de vegetação e da MIA revela as preferências de cada tipo vegetacional a determinadas condições topográficas. (Figura 3).

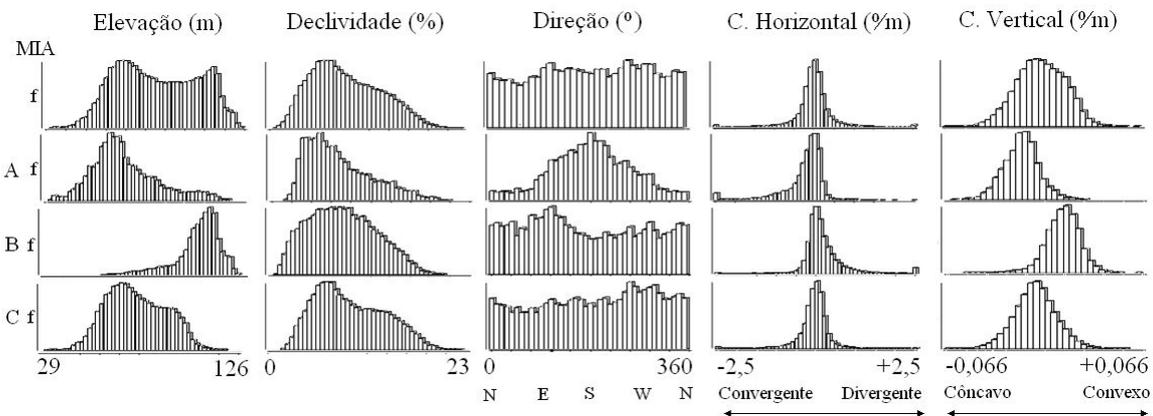


Figura 3. Distribuição de frequência (f) das variáveis topográficas na totalidade da MIA e nas suas classes de vegetação: Floresta de baixio (A), Floresta de platô alto (B) e Floresta de platô baixo com campinarana (C).

Os histogramas confirmaram a Floresta baixio (A) e Floresta de platô baixo com campinarana (C) como classes restritas às áreas de menor elevação. Reciprocamente, confirma a Floresta de platô alto como formação que não ocorre nessas condições, contendo uma clara preferência (isto é, moda) nas altitudes maiores. As formações aqui estudadas, uma vez associadas às convexidades e convergências (Figuras 2), têm a distribuição da elevação, em função das altitudes de ocorrência dessas curvaturas (Figura 3).

Observa-se que as formações com frequências relativamente mais altas em áreas de maior declividade (Floresta de baixio (A) e Floresta de platô baixo com campinarana (C)) distribuem-se numa faixa menor da amplitude altimétrica da área. As mesmas correspondem também às maiores dispersões de curvatura vertical no sentido de terrenos mais côncavos e convergentes, numa confirmação da relação entre declividades e as variações de curvaturas. A formação Floresta de platô alto tem sua distribuição altimétrica concentrada em áreas de

pequena declividade e curvaturas mais convexas e divergentes. As declividades mais altas da Floresta de platô baixo com campinarana corresponde à transição entre os dois estratos altimétricos B e C, expressa em sua distribuição.

A comparação de mapas mostra notáveis relações entre as classes de vegetação e as curvaturas, principalmente, os histogramas que indicam com clareza a aplicação analítica dessas variáveis na classificação da vegetação. A simetria da distribuição de ambas curvaturas (horizontal e vertical) é uma característica dessas variáveis, independente do tipo de relevo (Valeriano, 2003a; 2003b). Ocasionalmente, podem ocorrer variações de dispersão, sobretudo da curvatura horizontal, maior em terrenos mais movimentados, como na Floresta de platô alto, menor em terrenos menos movimentados, como na Floresta de baixio e Floresta de platô baixo com campinarana, porém com distribuição sempre simétrica e centrada em torno do valor nulo. A formação Floresta de platô alto (B) apresenta uma maior concentração da dispersão da curvatura vertical em áreas convexas. As assimetrias mais notáveis nas distribuições de curvaturas ocorreram sob a Floresta de platô alto e a Floresta de baixio, sendo esta última devido à sua associação com canais de drenagem. Tal característica implica na predominância de terrenos convergentes (horizontalmente), que no caso local se mostraram correlatos a concavidades (verticalmente). Assim, o primeiro histograma tem maiores frequências em seu lado direito e o segundo em seu lado esquerdo, sendo que o correspondente a Floresta de platô baixo com campinarana possui caráter intermediário em suas curvaturas.

Da observação conjunta dos histogramas de todas as classes verifica-se que as preferências ecofisiológicas das diferentes classes de vegetação estão representadas pela concentração de frequência das variáveis geomorfométricas.

### **3.2 Efeito do relevo sobre as fisionomias vegetais**

A análise discriminante foi significativa na separação dos grupos vegetacionais presentes no mapa de referência com base nas variáveis morfométricas (Wilks' Lambda: 0,39562;  $F(10,290)=17,106$   $p<0,0000$ ). As variáveis elevação (h), curvatura vertical (kv), declividade (G), orientação de vertente (A) e curvatura horizontal (kh) foram importantes na discriminação entre os grupos de vegetação com Wilks' lambdas de 0,525606, 0,464929, 0,440473, 0,407103 e 0,404755 respectivamente.

Com relação à distância entre os centróides (Distância de Mahalanobis) dos grupos no espaço discriminante, verificou-se que os grupos mais distantes entre si foram a Floresta de baixio e a Floresta de platô alto (6,233659) e os mais próximos foram a Floresta de baixio e Floresta de platô baixo com campinarana (1,585357). A proximidade destes últimos é coerente com a realidade, pois condiz com a transição das fisionomias vegetacionais. Segundo Ribeiro et al. (1999) a comunidade vegetal de vertente representa uma faixa de transição entre as florestas de platô e campinarana. Nas partes mais altas é floristicamente semelhantes à comunidade de platô (Tello, 1995) e, nas mais baixas, fisionomicamente parecida com campinarana (Ribeiro et al., 1999), porém sem apresentar as espécies que a caracteriza. Por outro lado, outras espécies são exclusivas desse ecossistema florestal. Esta heterogeneidade fisionômica decorre de uma grande diversidade edáfica e topográfica na área (Tello, 1995; Ribeiro et al., 1999). Diante do exposto, pode-se concluir que a Floresta de baixio e a Floresta de platô alto são mais separáveis entre si pelas variáveis geomorfométricas, enquanto que a Floresta de baixio com campinarana se confunde com as duas primeiras. Assim, pode haver dificuldades na identificação deste tipo vegetacional com base apenas nas variáveis morfométricas do terreno.

Quanto aos processamentos baseados nas análises discriminantes, a classificação da banda da primeira função discriminante (Figura 4), gerou padrões comparáveis às classes de vegetação do mapa referência. Entretanto, percebe-se que a Floresta de platô baixo com

campinarana, no mapa gerado a partir da função 1 cobre uma área menor em relação ao mapa de referência, enquanto a Floresta de baixio cobre uma área maior. A floresta de platô alto tem aproximadamente a mesma cobertura em ambos os mapas.

Como a floresta de baixio no mapa de referência foi definida a partir de um *buffer* de 50m ao longo da rede hidrográfica, a cobertura desta classe no mapa gerado através da classificação da primeira função discriminante é mais acurada. O mapa da primeira função discriminante foi baseado no conjunto das variáveis geomorfométricas da região da MIA e não apenas em valor numérico definido (*buffer*) aparentemente não condizente com as condições morfométricas locais.

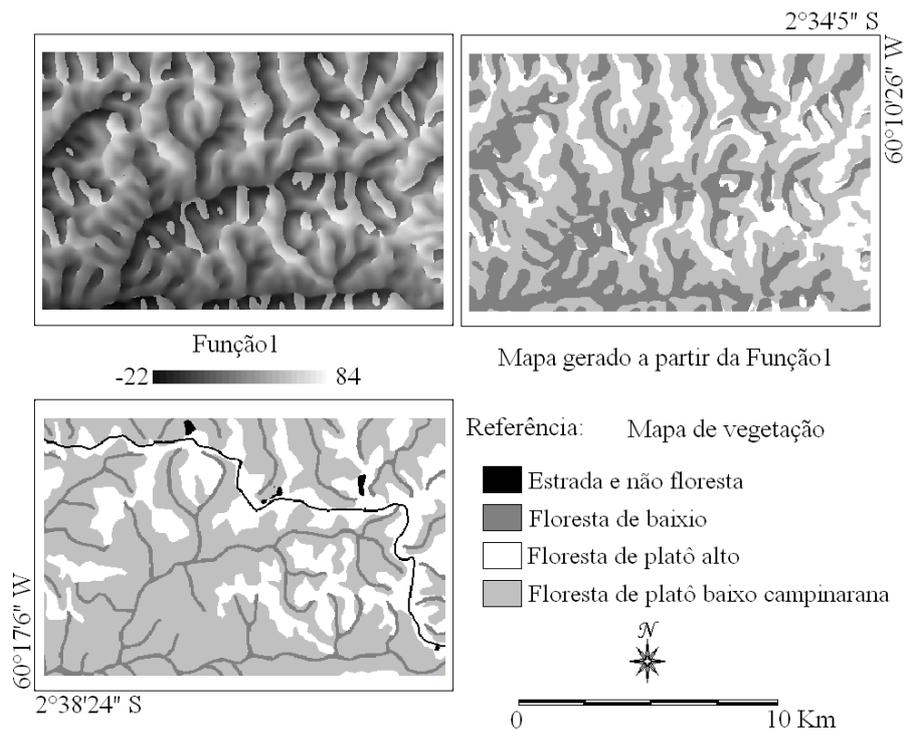


Figura 4. Imagens da Função discriminante 1, Classificação por Fatiamento da Função discriminante 1 sobre variáveis geomorfométricas para a Microbacia do Igarapé Asu e Mapa de vegetação referência.

#### 4. Conclusões

O presente trabalho foi conduzido com o intuito de avaliar as variáveis geomorfométricas extraídas de modelos digitais de elevação do SRTM para subsidiar o mapeamento da vegetação da Amazônia. A partir dos resultados obtidos, foram assinaladas as seguintes conclusões:

- A escala de variação dos dados geomorfométricos derivados da altimetria SRTM mostra um grande detalhamento local, compatível com o grau de generalização do mapa de vegetação referência fornecido. De modo geral, as variáveis geomorfométricas derivadas mostraram distribuições distintas quando se compararam todas as classes de vegetação mapeadas.

- As classes de vegetação mapeadas foram controladas pela elevação, declividade e curvatura vertical em maior grau, refletindo sua relação com os domínios altimétricos da área, como patamares e várzeas e em menor grau pela curvatura horizontal.

- Os grupos que mais se separaram com base na geomorfometria foram as Floresta de baixio e a Floresta de platô alto, enquanto que a Floresta de platô baixo com campinarana situa-se nas feições intermediárias das variáveis geomorfométricas.

• Os dados derivados de SRTM não se mostraram ideais como insumos para o mapeamento da vegetação amazônica quando aplicados sob abordagem local e de maneira empírica, como a feita neste estudo. Recomenda-se que futuras análises sejam regionalizadas por feições (formas básicas do terreno) e fundamentadas sobre conhecimentos de ecofisiologia da vegetação levando-se em consideração o relevo.

## 5. Referências Bibliográficas

- Chauvel, A. Os latossolos amarelos, álicos, argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. Suplemento **Acta Amazônica**, v.12, n.3, p. 47-60, 1988
- Florinsky, I.V.; Kuryakova, G.A. Influence of topography on some vegetation cover properties. **Catena**, v.27, n.2, p. 123-141, 1996.
- Kahn, F.; Castro, A. The palm community in a forest of Central Amazonia, **Brazil. Biotropica**, v.17, n.3, p. 210-216. 1985.
- Kellndorfer, J.; Walker, W.; Pierce, L.; Dobson, C.; Fites, J.A.; Hunsaker, C.; Vona, J.; Clutter, M. Vegetation height estimation from Shuttle Radar Topography Mission and National Elevation Datasets. **Remote Sensing of Environment**, v.93, n.3, p. 339-358, 2004.
- Kirkby, M.; Atkinson, K.; Lockwood, J. G. Aspect vegetation cover and erosion on semi-arid hillslopes. In: Thomes, J. (Ed.). **Vegetation and geomorphology**. John Wiley, New York, 1990, p.25-39.
- Kubota, Y.; Murata, H.; Kikuzawa, K. 2004. Effects of topographic heterogeneity on tree species richness and stand dynamics in a subtropical forest in Okinawa Island, southern Japan. **Journal of Ecology**, v.92, n.2, p. 230-240.
- Laurance, W.F.; Fearnside, P.M.; Laurance, S.G.; Delamonica, P.; Lovejoy, T.E.; Rankin-de-Merona, J.M.; Chambers, J.; Gascon, C. Relationship between soils and Amazon forest biomass: a landscape-scale study. **Forest Ecology and Management**, v.118, n. 1-3, p.127-138, 1999.
- Lieberman, M.; Lieberman, D.; Hartshorn, G.S.; Peralta, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. **Journal of Ecology**, v.73, n.2, p. 505-516, 1985.
- Manly B. F. J. **Multivariate statistical methods - a primer**. New Zealand: Ed. Chapman and Hall, 1994. 210 p.
- Oliveira, A.N.; Amaral, I.L. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 34, n.1, p.21-34, 2004.
- Ribeiro, J.E.L.F.; Hopkins, M.J.G.; Vicentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A.S.; Brito, J. M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E. C.; Silva, C.F.; Mesquita, M.R.; Procópio, R.C. Flora da Reserva Ducke. **Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas, 1999. 793p.
- Schmidt, J.; Evans, I.S.; Brinkmann, J. Comparison of polynomial models for land surface curvature calculation. **International Journal of Geographical Information Science**, v.17, n.8, p. 797-814, 2003.
- Tello, J.C.R. **Aspectos fitossociológicos das comunidades vegetais de uma topossequência da Reserva Florestal Ducke do INPA**. 1995. 335p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas/ Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 1995.
- Pelissier, P.; Dray, S.; Sabatier, D. Within-plot relationships between tree species occurrences and hydrological soil constraints: na exemple in French Guiana investigated through canonical correlation analysis. **Plant Ecology**, v.162, n.2, p.143-156, 2001.
- Pires, J. M.; Prance, G.T. **The vegetation types of the Brazilian Amazonia**. In: Prance, G. T.; Lovejoy, T. E. (Eds). Key environments: Amazonia. Pergamon Press, New York, 1985, p. 109-145.
- Prance, G.T.; Rodrigues, W.A.; Silva, M.F. Inventário Florestal de um hectare de mata de terra firme Km 30 da estrada Manaus – Itacoatiara. **Acta Amazônica**, v. 6, n.1, p. 9-35, 1976.
- TOPODATA. Banco de dados Geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/topodata>>. Acesso em: 1.Out. 2008.
- Valeriano, M.M. Curvatura vertical de vertentes em microbacias pela análise de modelos digitais de elevação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.539-546, 2003a.
- Valeriano, M.M ; Carvalho Júnior, O. A. Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.4, n.1, p.17-29, 2003b.
- Valeriano, M.M. Modelo digital de variáveis morfométricas com dados SRTM para o território nacional: o projeto TOPODATA. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto XII, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos : INPE, p. 3595-3602, 2005.
- Velázquez-Rosas, N.; Meave, J.; Vázquez-Santana, S. Elevation variation of leaf traits in montane rain forest tree species at La Chinantla, Southern Mexico. **Biotropica**, v.34, n.4, p.534-546, 2002.
- Wittman, F.; Junk, W.J.; Piedade, M.T.F. The varzea forests in Amazônia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management**, v.196, n.2-3, p. 199-212, 2004.