



DISCUSSÃO SOBRE O USO DE OBSERVAÇÕES EM SUPERFÍCIE REAL NA ANÁLISE DE FAVELAS SITUADAS EM RELEVO ACIDENTADO

Manoel do Couto Fernandes – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

manoel.fernandes@ufrj.br

Camila da Silva Vieira - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

Renan Ramos da Silva - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

Paulo Márcio Leal de Menezes - Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

RESUMO: O objetivo principal deste estudo é avaliar em que medida as observações em superfície real diferem dos resultados em superfície planimétrica, alterando a análise de variáveis em favelas situadas em área de relevo acidentado, como no maciço da Tijuca/RJ. Parte-se da hipótese, já desenvolvida na literatura, de que as observações em superfície plana em áreas com declividades acentuadas podem mascarar as reais dimensões das mesmas. A área de estudo foi escolhida a partir de um histórico de expansão urbana, que resultou na construção de ocupações irregulares do tipo favela no maciço, geralmente em áreas com declive acentuado. Através do Instituto Pereira Passos (IPP) foram adquiridos alguns elementos para a elaboração do trabalho: as favelas inseridas na área de estudo; e a hipsometria e a drenagem utilizadas na construção do Modelo Digital de Elevação (MDE). Os procedimentos foram realizados através dos *softwares* ArcView 3.2 e ArcGis 9.2, de onde foram extraídos os produtos necessários às análises. Os resultados indicaram importantes alterações nas observações em superfície real em relação à superfície planimétrica, gerando um aumento de cerca de 0,79 km² de área, e uma redução de 2417,25 habitantes/km² e 691,94 domicílios/km².

Palavras-Chave: Superfície Real, Favelas, Geoprocessamento.

ABSTRACT: The main goal of this study is evaluating how area calculations on real surface differ from the results on a planimetric reference surface, changing, in this way, the analysis of variables at slums located on a mountainous area, as Tijuca massif, Rio de Janeiro/RJ. The central hypothesis, as presented in the literature, is that measurements coming from a flat surface, in areas with very hilly terrain may mask the actual measurements. The study area was chosen from disordered urban expansion areas, which resulted in the construction of



irregular settlement, known as slums in the massif, usually in areas with steeply sloping. The paper research used some information acquired by Pereira Passos Institute (IPP): slums included in the study area; hypsometry and the drainage to the construction of the associated Digital Elevation Model (DEM). The procedures have been supported by ESRI ArcView 3.2 and ArcGis 9.2, producing the data and information to the analysis. The results indicated major changes in the real surface observations than in the planimetric surface, generating an increase of around 0,79 km², and a reduction of around 2417,25 people/km² and 691,94 homes/km².

Key Words: Real Surface, Slums, Geoprocessing.

1 – INTRODUÇÃO

A operacionalização de análises geomorfológicas sempre foi uma tarefa complexa envolvendo uma série de técnicas diferentes. Buscando facilitar e melhorar esta operacionalização uma série de autores, como Hutchinson (1989), Guimarães (2000), Coelho Netto *et al.* (2007), Wilson e Gallant (2000) vem utilizando tecnologias de geoprocessamento na construção de análises geomorfológicas. Todavia, uma série de questionamentos sobre o uso do geoprocessamento deve ser bem avaliada para evitar problemas nos resultados alcançados, para tanto é importante a realização de investigações científicas. Esses questionamentos são basicamente reflexos da construção de representações computacionais da realidade, ou seja, modelos conceituais que buscam retratar a paisagem a ser estudada. Um destes é a não consideração da dimensionalidade dos dados e informações a serem trabalhados, os quais são avaliados a partir de observações em superfície planimétrica (projetada) e não em superfície real, podendo mascarar a interpretação da estrutura, funcionalidade e dinâmica de elementos geomorfológicos, principalmente em paisagens com relevo acidentado.

Mesmo possuindo uma série de alternativas para trabalhar com a dimensionalidade dos elementos de uma paisagem, como a utilização de Modelos Digitais de Elevação (MDE), o geoprocessamento possui uma limitação estabelecida pela não consideração da irregularidade do espaço a ser analisado (FERNANDES e MENEZES, 2005). Sustentando essa idéia, Fernandes (2004) evidencia que as observações em superfície plana, especialmente em locais

com grandes declividades de terreno, apresentam os cálculos relacionados a elementos de área e lineares subestimados em relação a estes mesmos elementos, como área de favelas, área de bacias hidrográficas e canais de drenagem (Fig. 1).

Nesse sentido, pretende-se apresentar comparações entre observações em superfície real e superfície planimétrica de algumas variáveis de favelas, como área total, densidade demográfica e densidade de domicílios. Assim, procura-se entender em que medida as observações em superfície real diferem dos resultados em superfície planimétrica, alterando a análise de variáveis em favelas situadas em área de relevo acidentado como no maciço da Tijuca/RJ. Neste sentido, busca-se também avaliar como as condições morfológicas de uma determinada área, se bem avaliadas, podem interferir na leitura de um fenômeno.

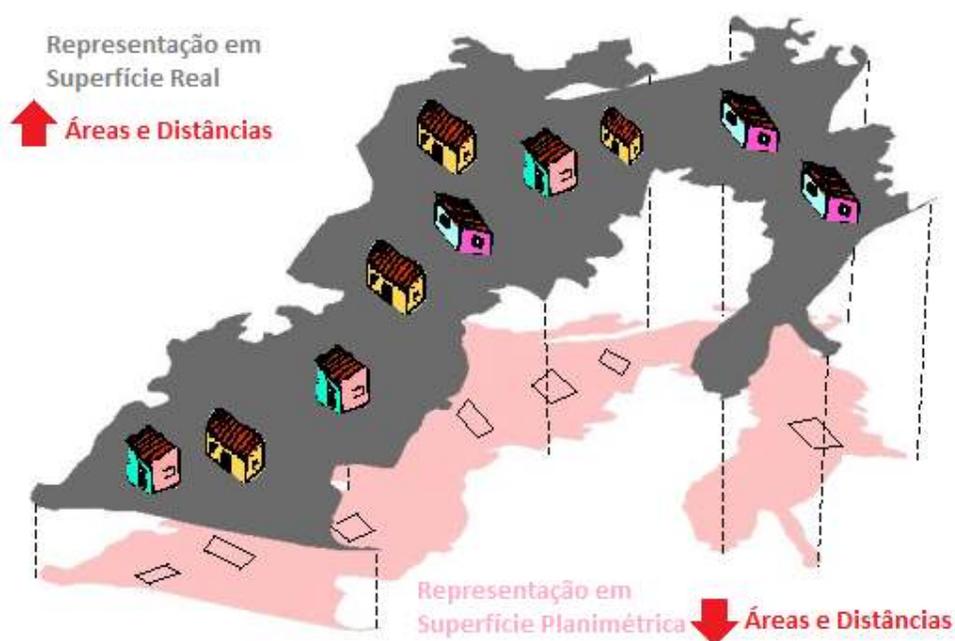


Fig. 1 – Representação em superfície real e planimétrica do Morro da Formiga/RJ.

2 - ÁREA DE ESTUDO

O Trabalho foi realizado no maciço da Tijuca. Situado na cidade do Rio de Janeiro (RJ), esta feição geomorfológica possui um relevo acidentado, onde a análise de observações em superfície real torna-se bastante pertinente. O maciço da Tijuca é uma unidade geomorfológica que juntamente com o maciço da Pedra Branca e Gericinó-Mendanha constituem o compartimento de maciços litorâneos da cidade do Rio de Janeiro. Esse maciço possui uma área de aproximadamente 119,2 km², delimitada acima da cota de 40 metros,

ocupando a porção oriental do município do Rio de Janeiro/RJ, entre os paralelos 22° 55' e 23° 00' S; e os meridianos 43° 20' e 43° 10' W (Fig. 2).

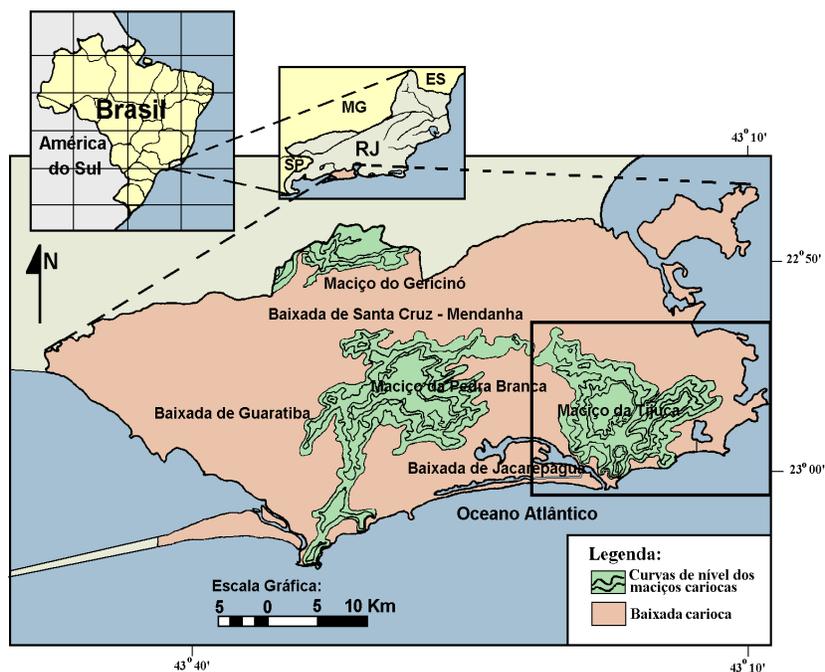


Fig. 2 – Localização da área de estudo.

Fonte: Banco de imagens do laboratório de Geo-hidroecologia (GEOHECO)

Segundo Abreu (1992), um dos grandes balizadores, juntamente com o mar, do processo de expansão da ocupação da cidade. Em geral, o maciço da Tijuca encontra-se bastante alterado, em virtude da degradação sofrida ao longo do tempo, através de vetores de transformação como, desmatamento, queimadas e ocupação urbana desordenada. De acordo com Fernandes e Coelho Netto (1999), dentre estes vetores, a expansão da área urbana da cidade do Rio de Janeiro sobre o maciço da Tijuca constitui-se no principal e mais antigo vetor de alteração da estrutura da paisagem do maciço, que teve um aumento em sua área total de 20,6% entre 1966 e 1990.

Essa pressão urbana sobre o maciço aconteceu em virtude do adensamento populacional da cidade como um todo até a década de 90 (FERNANDES *et al.*, 1999). Assim, a expansão urbana no maciço se traduziu especialmente através de ocupações do tipo favelas, que foram alocadas, em grande parte, em áreas de acentuada declividade. E é justamente nessas áreas em que a diferença da área de superfície real em relação à planimétrica tende a ser mais elevada. Nesse sentido, julga-se importante o estudo de variáveis em favelas situadas em relevo montanhoso levando em consideração as rugosidades do terreno, ou seja, através da análise

em superfície real, em detrimento do estudo em superfície plana, que podem subestimar ou superestimar os cálculos relacionados à área das favelas (Fig. 3).

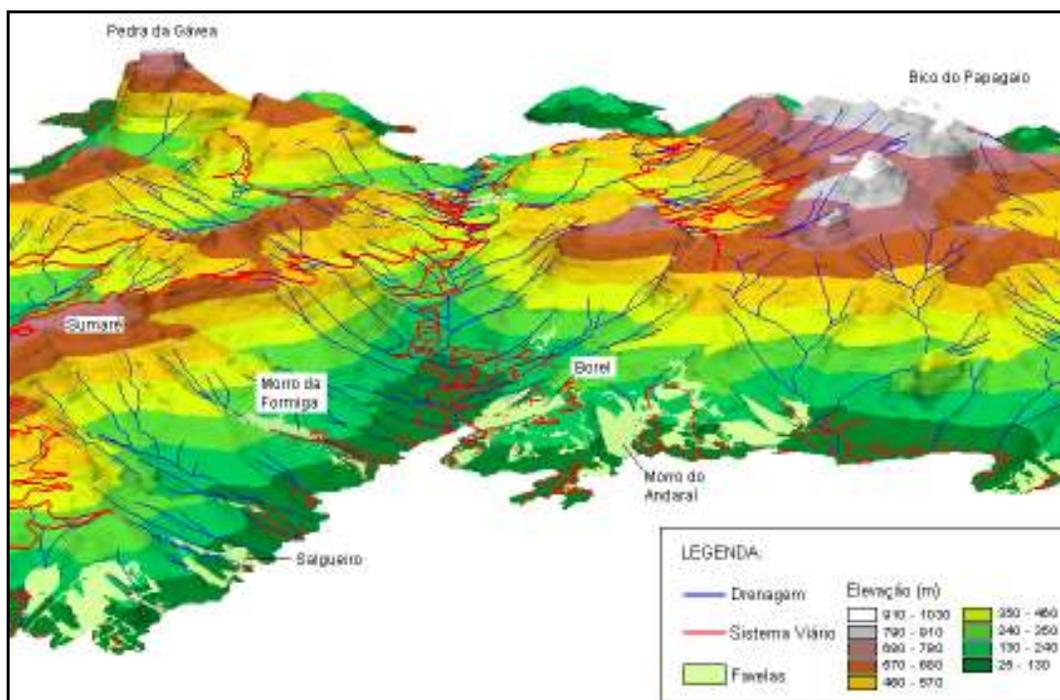


Fig. 3 – Distribuição de algumas favelas pelo relevo montanhoso no maciço da Tijuca.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os dados cartográficos utilizados foram adquiridos através das cartas topográficas Instituto Pereira Passos (IPP/1999) na escala 1:10.000 e projeção UTM, fuso 23 S e datum SAD 69.

Primeiramente foi analisado o conjunto de favelas da Cidade do Rio de Janeiro, de onde foram selecionadas 148 favelas que estavam inseridas no maciço da Tijuca/RJ, ou que apenas o tocavam, tendo como base a cota de 40 metros (Fig. 4). Em seguida foi feita uma busca aos dados de população total e número de domicílios de cada favela, obtidos através do site SABREN da Prefeitura do Rio de Janeiro. É importante destacar que, de acordo com a fonte de consulta, os dados de população e domicílios são estimados com base no Censo Demográfico de 2000 do IBGE. Assim, eles são resultado da compatibilização entre os limites do cadastro de favelas do IPP e os dos setores censitários do IBGE.

Para a obtenção dos valores de área em superfície real foi construído um Modelo Digital de Elevação (MDE) (Fig. 5) a partir de dados hipsométricos das cartas topográficas (pontos

cotados e curvas de nível em contato com as favelas – equidistância de 5 metros) e a drenagem. Esse modelo foi construído com base no método de interpolação de Delaunay com restrições, a partir de uma rede irregular de triângulos (TIN), que preserva as características topográficas, utilizando linhas de máximo (hipsometria) e de mínimo (drenagem). Tal processo foi realizado através da extensão 3D Analyst do software ArcGis 9.3 e foi discutido por Fernandes e Menezes (2005) como sendo o mais indicado para este tipo de análise.

Os valores de área em superfície real e em superfície planimétrica, foram alcançados através da extensão Surface Tools (JENNESS, 2001) do software ArcView 3.2. Assim, foi possível comparar os resultados desse processo, permitindo a incorporação de novas variáveis que são influenciadas por estas leituras em áreas de favelas, como área, densidade demográfica e densidade do número de domicílios.

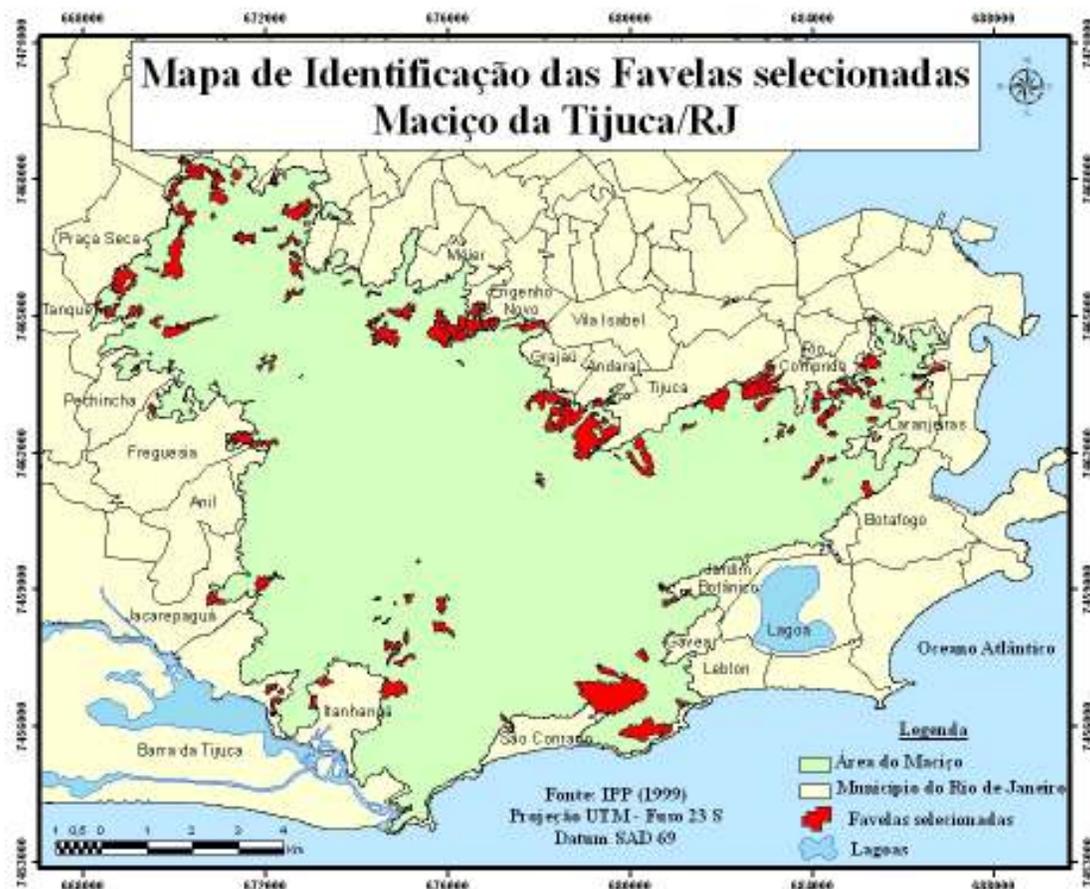


Fig. 4 - Localização das Favelas selecionadas para o maciço da Tijuca/RJ.

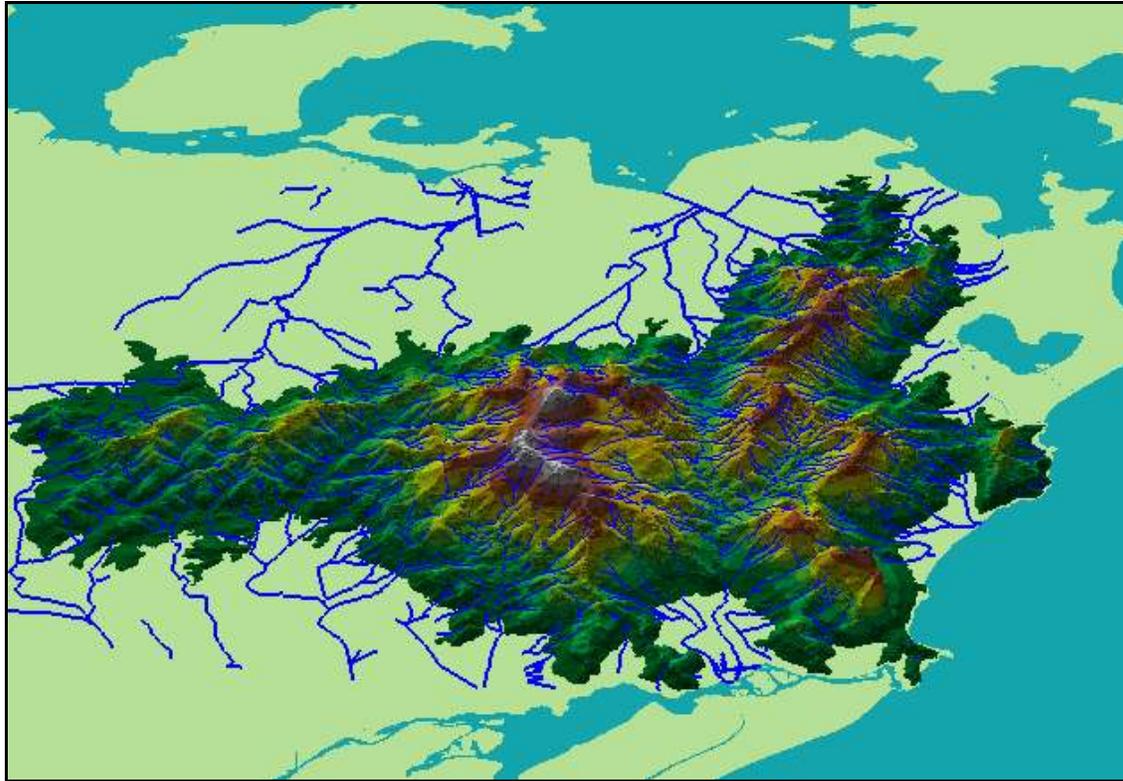


Fig. 5 – Visão em perspectiva do maciço da Tijuca/RJ.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

As áreas de favela são elementos bem característicos do processo de ocupação desordenada do maciço da Tijuca. Esses elementos se espraiam pelas encostas do maciço, ocupando áreas de declive acentuado, onde a diferença da área de superfície real em relação à planimétrica tende a ser elevada, podendo em alguns casos chegar a aproximadamente 1 km² de diferença.

Na comparação entre o total da área de favelas em superfície real e planimétrica é possível perceber que a área em superfície planimétrica é de 7,52 Km², no entanto, quando calculada em superfície real essa área passa para 8,31 Km², o que representa um aumento de 0,79 Km² ou 9,55% (Fig. 6). Esses valores influenciam diretamente a definição da densidade demográfica, que em superfície real e em superfície planimétrica apresenta uma diferença de -9,55%, para o total das favelas analisadas (Fig. 7). Essa variável em superfície planimétrica apresenta o valor de 25322,45 habitantes/Km², todavia, quando calculada em superfície real

esse valor passa para 22905,20 habitantes/Km², perfazendo uma redução de 2417,25 habitantes/Km².

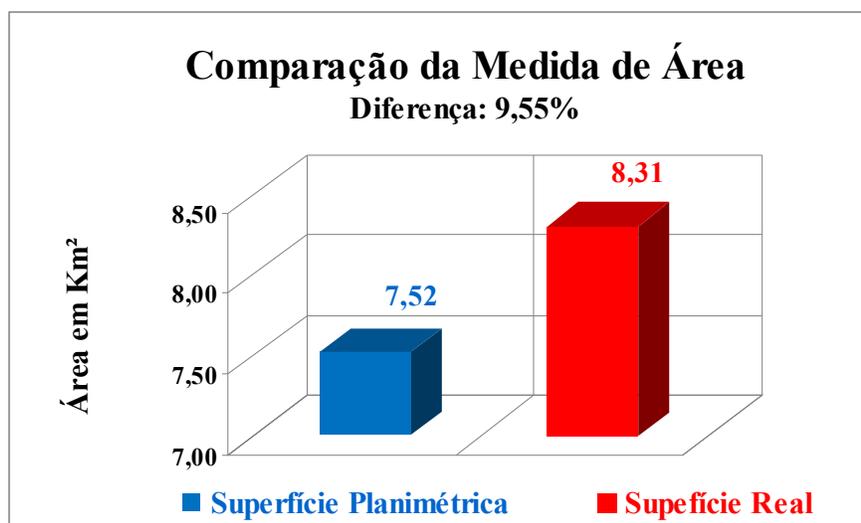


Fig. 6 - Gráfico comparativo da medida de área em superfície real e planimétrica.

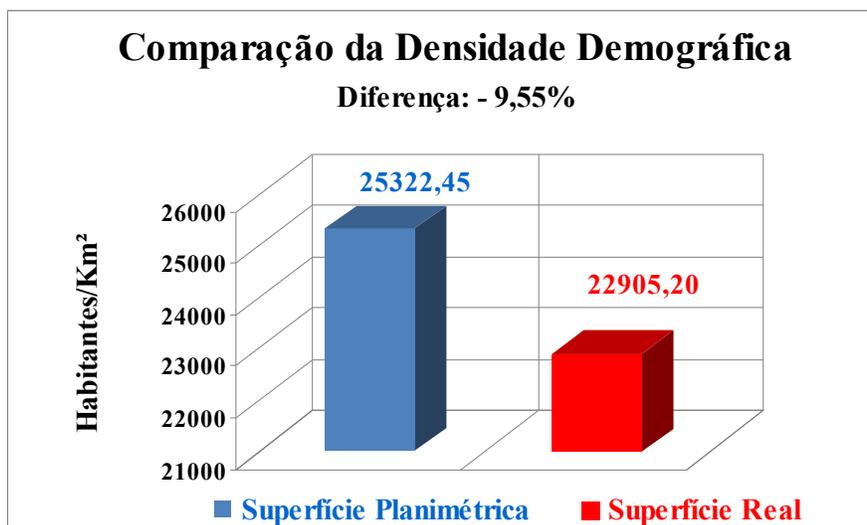


Fig. 7 - Gráfico comparativo da densidade demográfica em superfície real e planimétrica.

O comportamento de redução de valor de densidade demográfica para o total do conjunto de favelas analisadas, quando definida a partir da mensuração da área em superfície real, se repete na definição da densidade de domicílios/Km² em superfície real e em superfície planimétrica (Fig. 8). Observa-se que essa variável quando calculada em

superfície plana estima 7248,59 domicílios/Km², contudo, quando a mesma variável é calculada em superfície real apresenta uma redução de -9,55 %, perfazendo 691,94 domicílios/Km² a menos.

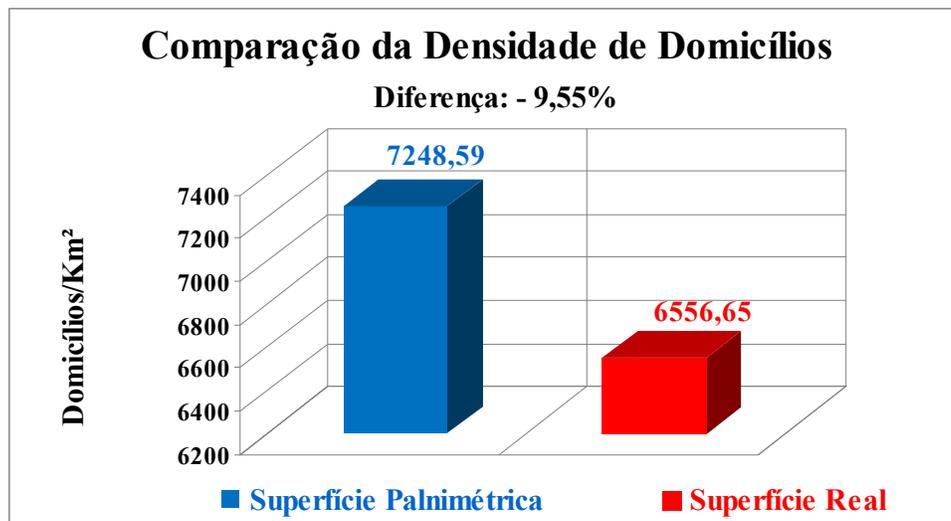


Fig. 8 - Gráfico comparativo da densidade de domicílios em superfície real e planimétrica.

Todo este comportamento de diferenciação entre observações realizadas entre superfície real e planimétrica é diretamente relacionada a interpretação das feições analisadas em função da morfologia do terreno de sua ocorrência. Assim, quanto maior os valores de declividade nas áreas analisadas maior é a diferença das leituras propostas.

A partir da Fig. 7 é possível perceber que há forte correlação entre a declividade média nas áreas de favelas e o percentual de diferença entre a densidade demográfica em superfície planimétrica e real. Essas variáveis são diretamente proporcionais, ou seja, à medida que a declividade média aumenta, a diferença da densidade demográfica em superfície planimétrica e real aumenta. Neste sentido, a medida que haja um aumento de declividade, ocorre uma diminuição da densidade demográfica das favelas, quando avaliadas em superfície real. Assim, os reais valores são mascarados, afetando as inferências estatísticas e populacionais que daí possam ser feitas.

Depois de desenvolvidas as análises que trabalham com as alterações totais das variáveis selecionadas no trabalho, buscou-se num segundo momento, verificar como essas variáveis se comportaram de maneira específica em cada favela.

Sendo assim, foi construída a tabela 1, onde pode-se observar as favelas que foram mais representativas nas análises das variáveis. Foram destacadas as 4 favelas que apresentaram maiores e menores diferenças percentuais entre as observações em superfície planimétrica e em superfície real.

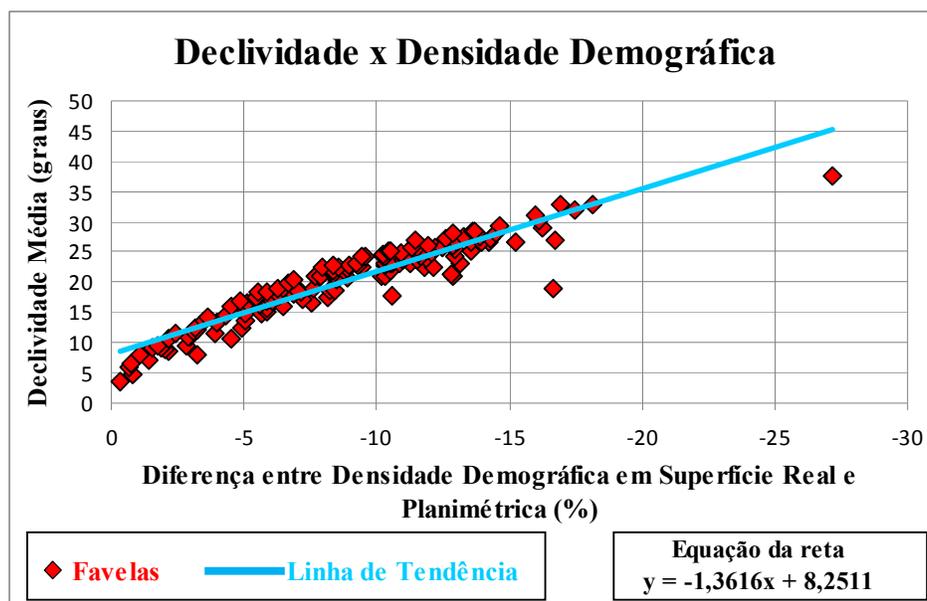


Fig. 9 - Gráfico da relação entre a declividade média e a diferença percentual entre a densidade demográfica em superfície real e planimétrica

Tab. 1: Favelas com maiores e menores diferenças entre superfície planimétrica e superfície real.

Favelas	área plano	área real	diferença	%	Maiores Diferenças				dom plano	dom real	diferença	%	dec médio
					dens plano	dens real	diferença	%					
Francisco de Castro	0,0012	0,0016	0,0004	37,31	38870,72	28308,04	-10562,68	-27,17	8450,16	6153,92	-2296,23	-27,17	37,61
Morro do Bananal	0,0125	0,0152	0,0028	22,18	33752,53	27625,03	-6127,49	-18,15	8177,57	6693,00	-1484,57	-18,15	32,71
Vila Santa Bárbara	0,0030	0,0036	0,0006	21,16	20434,69	16865,32	-3569,37	-17,47	7034,89	5806,09	-1228,80	-17,47	31,82
Cotia Velha	0,0050	0,0060	0,0010	20,34	14526,79	12071,77	-2455,02	-16,90	4035,22	3353,27	-681,95	-16,90	32,84
Menores Diferenças													
Favelas	área plano	área real	diferença	%	dens plano	dens real	diferença	%	dom plano	dom real	diferença	%	dec médio
Parque Araruna	0,016217	0,016348	0,000132	0,81	12517,97	12417,17	-100,80	-0,81	3638,23	3608,93	-29,30	-0,81	4,80
Rua Rodrigo da Silva	0,001912	0,001927	0,000015	0,78	63271,94	62781,48	-490,46	-0,78	20916,35	20754,21	-162,14	-0,78	6,36
Avenida Menezes Cortes	0,002276	0,002291	0,000015	0,68	33394,41	33169,96	-224,45	-0,67	9227,40	9165,38	-62,02	-0,67	5,99
Rua Torres de Oliveira	0,002826	0,002835	0,000009	0,32	19107,13	19046,48	-60,65	-0,32	5661,37	5643,40	-17,97	-0,32	3,60
área plano = área de superfície planimétrica (Km²), área real = área de superfície real (Km²)													
dens plano = densidade demográfica em superfície planimétrica (habitantes/Km²), dens real = densidade demográfica em superfície real (habitantes/Km²)													
dom plano = densidade de domicílios em superfície planimétrica (domicílios/Km²), dom real = densidade de domicílios em superfície real (domicílios/Km²)													
dec médio = declividade média em graus													

A favela que apresentou a maior diferença percentual entre superfície planimétrica e real em todas as variáveis foi a Favela Francisco de Castro, com 37,31% para área e -27,21% de densidade demográfica e domicílios. No cálculo da área, a favela obteve, em superfície real, um aumento de 0,0004 Km² ou 441,57 m². No entanto, vale destacar que, em números absolutos, a favela que mostrou a maior diferença de área foi a Favela da Rocinha, com um aumento de 0,97 Km², representando 12,68%.

Em relação à densidade demográfica, a Favela Francisco de Castro mostrou uma redução de 10562,7 habitantes/Km². Contudo, em valores absolutos, a favela que mostrou a maior diferença de densidade demográfica foi a Favela de Humaitá, com uma diminuição de 12068,57 habitantes/Km², representando 19,95%. E finalmente, na análise da densidade de domicílios, a Favela Francisco de Castro apresentou uma queda no percentual girando em torno de 2296,23 domicílios/Km²; já em números absolutos, o destaque ficou por conta da Favela Ladeira Santa Isabel, com uma redução de 3267,21 domicílios/Km², ou seja, 20,10%.

No outro extremo, a favela que apresentou as menores diferenças, tanto percentuais como em números absolutos, entre as observações entre superfície planimétrica e superfície real em todas as variáveis foi a Favela Torres de Oliveira, com apenas 0,32% de diferença para área e -0,32% de densidade demográfica e domicílios. Com relação a área, essa porcentagem representou um aumento de 9 m²; já com relação à densidade demográfica e a densidade de domicílios, essa porcentagem significou uma redução, respectivamente de 60,65 habitantes/Km² e 17,97 domicílios/Km².

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas foi possível constatar que as observações em superfície real mostraram-se bastante distintas em relação aos resultados em superfície planimétrica. As favelas do maciço da Tijuca, caracterizadas por ocupação desordenada, e alocadas geralmente em áreas de declive acentuado, tiveram alterações relevantes nos seus valores de área, densidade demográfica e densidade de domicílios. Com relação à área, houve um aumento expressivo em superfície real, representando aproximadamente 800.000 m² de diferença. Por outro lado, a densidade demográfica e a densidade de domicílios apresentaram uma redução dos seus valores em superfície real, respectivamente de 2417,25 habitantes/Km² e 691,94 domicílios/Km².

A partir dos resultados obtidos foi possível perceber que as observações em superfície plana acabam gerando uma subestimação das áreas dessas favelas e uma superestimação da densidade de habitantes e domicílios nas mesmas. Ratifica-se assim a importância do estudo da paisagem de forma tridimensional, ou seja, levando em consideração a morfologia do terreno, especialmente em áreas de relevo acidentado, na medida em que as observações em superfície real representam de maneira mais fiel a estrutura dessas áreas.

Outra constatação que reforça essa idéia é a forte correlação demonstrada entre a declividade média e a diferença entre a densidade demográfica em superfície real e planimétrica, onde quanto maior a primeira, maior a segunda, evidenciando, mais uma vez a importância desse estudo em áreas com declividades acentuadas. E ainda, apesar das médias de alteração das variáveis nas favelas analisadas girarem em torno de $\pm 9,55\%$, é válido ressaltar, que a análise singular das favelas mostrou que a variação dessa porcentagem de alteração pode oscilar de $\pm 0,32\%$, como na Favela Torres de Oliveira, chegando a valores de -27% a 37% de alteração, na Favela Francisco de Castro. Nota-se assim, a grande margem de diferença à que está sujeita uma análise de valores resultantes de observações em superfície plana, não levando em consideração a morfologia do terreno.

Assim, a adoção de observações em superfície real deve ser sempre pensada, principalmente, quando da avaliação de elementos em situações morfológicas distintas. Pois elementos em condições morfológicas homogêneas com baixas declividades não apresentam variações acentuadas quando analisados em superfície real ou planimétrica, o que não ocorre com elementos em áreas de declividade acentuada. Assim, uma análise comparativa de elementos em diferentes condições geomorfológicas teria seus resultados comprometidos.

Destaca-se por fim que as análises feitas tridimensionalmente, ou seja, levando em consideração a morfologia da área em análise, buscam refinar as observações feitas em superfície plana. No entanto, ainda assim, são baseadas em representações da realidade, estando sujeitas, portanto, a imprecisões durante o processo de elaboração e devendo ser trabalhadas com o devido cuidado. É importante salientar que a metodologia para obtenção de observações em superfície real ainda deve ser submetida a mais investigações científicas, buscando melhorar ainda mais as observações propostas. Uma destas é a discussão do tipo de modelo digital de elevação a ser utilizado, que deve ser avaliado de acordo com a morfologia do terreno, os dados topográficos disponíveis e escala espacial de análise assumida.

Vale ressaltar que, as observações em superfície reais é uma possibilidade que demonstrou uma nova leitura em relação à estrutura de elementos da paisagem. Entretanto,

este tipo de análise pode ser empregado em uma série de análises que levam em consideração a morfologia do relevo, como as análises geomorfológicas. Neste tipo de análise o uso de observações em superfície real pode apresentar diferentes resultados em relação ao entendimento da estrutura de elementos avaliados, assim como, em relação à funcionalidade destes, gerando uma nova leitura das variáveis geomorfológicas. Um exemplo direto disto seria a utilização de observações em superfície real na avaliação de índices geomorfológicos que levam em consideração valores de área e comprimento, como no cálculo de densidade de drenagem.

6 - AGRADECIMENTOS Ao CNPq – Projeto Universal

7 - REFERÊNCIAS

ABREU, M.A. A cidade, a montanha e a floresta. Natureza e Sociedade do Rio de Janeiro.

ABREU, M.A. (editor), Secr. Munic. de Cultura, Turismo e Esportes, pp. 54-103, 1992.

COELHO NETO, A.L., AVELAR, A.S., FERNANDES, M.C. e LACERDA, W.A. Landslide Susceptibility in a Mountainous Geocosystem, Tijuca Massif, Rio de Janeiro: The Role of Morphometric Subdivision of the Terrain. *Geomorphology (Amsterdam)*. 87: 120-131. 2007.

FERNANDES, M.C. Desenvolvimento de Rotina de Obtenção de Observações em Superfície Real: Uma Aplicação em Análises Geoecológicas. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Depto. de Geografia, IGEO/UFRJ, 263 p. 2004.

FERNANDES, M.C. e COELHO NETTO, A.L. Análise dos Principais Vetores de Transformação do Maciço da Tijuca (RJ) e suas Influências na Dinâmica do Uso e Cobertura do Solo. *Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFRJ*. Rio de Janeiro. 5: 147-160. 1999.

FERNANDES, M.C. e MENEZES, P.M.L. Avaliação de métodos de geração de MDE para a obtenção de observações em superfície real: um estudo de caso no maciço da Tijuca - RJ. *Revista Brasileira de Cartografia*. Rio de Janeiro, 57(02): 154-161. 2005.

FERNANDES, M.C., LAGÜÉNS, J.V.M. e COELHO NETTO, A.L. O Processo de Ocupação por Favelas e sua Relação com os Eventos de Deslizamentos no Maciço da Tijuca/RJ. Anuário do Instituto de Geociências/IGEO/UFRJ. Rio de Janeiro. 22: 45-59. 1999. Disponível em: <http://www.anuario.igeo.ufrj.br/anuario_1999/vol22_45_59.pdf>.

GUIMARÃES, R.F. Utilização de um modelo de previsão de áreas susceptíveis a escorregamentos rasos com controle topográfico: adequação e calibração em duas bacias de drenagem. Tese de Doutorado, Depto. de Geologia, IGEO/UFRJ, 156 p. 2000.

HUTCHINSON, M.F. A new procedure for gridding elevation and stream line data with automatic removal of spurious pits. *Journal of Hydrology*. 106: 211-232. 1989.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS – IPP, Base Digitalizada do Município do Rio de Janeiro – Escala 1:10.000. Rio de Janeiro: IPP, vol.1. CD ROM, 1999.

JENNESS, J. Manual da extensão Surface Tools for Points, Lines and Polygons. V (1.2) (surf_tools.avx) para *ArcView*. Disponível em: <<http://www.esri.com>>. Acesso: 25 janeiro 2010.

SABREN. Disponível em: <<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/sabren/index.htm>>. Acesso: 15 janeiro 2010.

WILSON, J.P. e GALLANT J.C. *Terrain analysis: principles and applications*. John Wiley & Sons, 551p. 2000.