

POTENCIALIDADE DE OCORRÊNCIA DE QUEIMADAS NO MACIÇO DA TIJUCA/RJ: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO GEOPROCESSAMENTO

Manoel do Couto Fernandes^{1/2}, Reiner Olíbano Rosas^{1/3} e Ana Luiza Coelho Netto¹.

1 - UFRJ - Depto de Geografia - Lab. de Geo-Hidroecologia (GEOHECO)

2 - IBGE - DGC - Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais

3 - UFF - Depto de Geografia

mfernandes@ibge.gov.br

reiner@igeo.ufrj.br

Abstract: The present study, conducted in Tijuca massif- Rio de Janeiro, had the main objective identify the potenciality of fire process in each drainage sector of this massif, through of the geoprocessing tecnicas and using the following tematic maps: hillside aspect and form behaviour, and of the soil using configuration. The results showed that the north mountain side (sectors 1, 2 e 5) concentrate potencial areas of fire process, which translate the forest substitution for brushwood, and consequentely in mass moviments and inundation problems bigger than the another mountain side.

Keywords: Potenciality fire, geoprocessing, hillside aspect and form, soil using.

Introdução

Na compreensão dos processos de caráter hidrológicos e erosivos, a bacia de drenagem constitui-se na unidade de análise da paisagem, pois segundo Coelho Netto (1994) esta caracteriza um sistema hidrogeomorfológico, onde pode-se inferir que alterações significativas na estrutura ambiental de determinada porção de bacia de drenagem poderão afetar outras áreas situadas a jusante, ou seja, catalisando efeitos

sobre a natureza e/ou intensidade na evolução de processos hidrológicos e erosivos. Portanto, mudanças de ordem natural ou antrópicas que atuem no fornecimento de energia causam um reajuste nas formas e processos, de acordo com o grau das mudanças.

Neste contexto, o maciço da Tijuca e as áreas circundantes de baixadas constituem um exemplo concreto desta situação: torna-se cada vez mais freqüentes as ocorrências de desmoronamentos e/ou deslizamentos nas encostas, contribuindo para o aumento das descargas sólidas que promovem o assoreamento das redes de drenagem, naturais ou artificiais, especialmente nas zonas de baixadas. Tal fato se prende, em parte, à degradação desta paisagem, com a substituição da cobertura vegetal, que caracteriza a Floresta da Tijuca, por feições urbanas e áreas desmatadas e com invasão de capim colônia. Estas transformações na cobertura do solo contribuem, assim para a modificação do comportamento hidrológico, caracterizando o desenvolvimento de condições favoráveis a um maior desenvolvimento de processos erosivos por diferentes mecanismos e, conseqüentemente, contribuindo para um aumento das descargas líquidas e sólidas nos canais fluviais. Durante os eventos pluviométricos mais intensos, essas descargas torna-se maiores e mais rápidas, induzindo, mais freqüentemente as inundações nas porções inferiores dos vales e baixadas adjacentes, como nos casos registrados em 1966, 1988, 1996 e 1998, os quais assumiram um caráter catastrófico.

Este processo de transformação da paisagem assume diferentes direções e magnitudes ao longo do tempo que são expressas por vetores que podem ser diretos (de origem terrestre - queimadas, estradas, favelização e expansão da malha urbana) e difusos (de origem atmosférica - distribuição espacial da pluviosidade; poluição; emissão de balões), e vão dar origem a configuração estrutural do sistema de análise.

No presente trabalho privilegiou-se o entendimento do vetor terrestre de atuação direta - queimada, através do mapeamento das áreas potenciais de ocorrência desses eventos em áreas de cobertura vegetal, na escala de 1:50.000. Para tanto foi levado em consideração, como variáveis controle deste processo os aspectos e as formas das encostas e o tipo de cobertura vegetal para cada setor. Estas variáveis foram analiticamente integradas com o auxílio de técnicas de geoprocessamento.

Área de Estudo

O maciço da Tijuca é uma unidade fisiográfica situada dentro do sítio urbano da cidade do Rio de Janeiro, que caracteriza-se como um dos grandes balizadores, juntamente com o mar, do processo de expansão da ocupação da cidade. Ele possui uma área de 118,7 km² marcada por um relevo montanhoso, que pode ser subdividido em cinco grandes subsistemas de drenagem (setores), os quais possuem distintos arranjos a nível biótico, abiótico e de ocupação humana. De uma maneira geral estes setores encontram-se bastante alterados, face às condições de degradação ambiental provenientes do desmatamento, queimadas e ocupação desordenada, e hoje com boa parte de seus rios em regime temporário. Estes cinco subsistemas ou setores (fig. 1), drenam em direção à Baía de Guanabara (setores 1 e 2), à lagoa da Tijuca ou de Jacarepaguá (setores 4 e 5), à lagoa Rodrigo de Freitas ou diretamente para o oceano (setor 3).

Os balões são, segundo Fernandes (1998), o principal agente de queimadas, sendo os meses de junho a agosto os de maior concentração de incêndios, o que é explicado pela correlação da baixa umidade desse período com a época das festa juninas. Entretanto os meses de janeiro a abril também possuem alta concentração destes eventos, que ocorrem nos período de estiagem do verão.

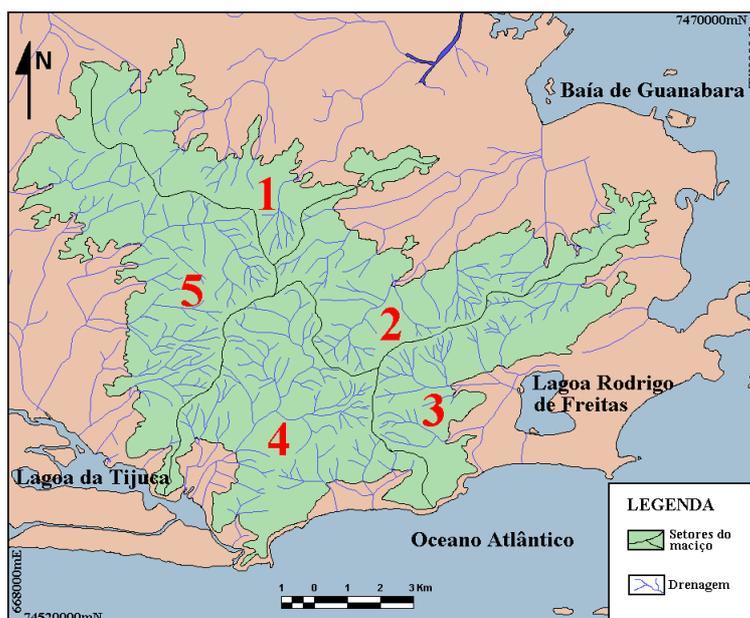


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo

Metodologia

O procedimento metodológico para este trabalho seguiu as seguintes etapas:

Elaboração dos mapas temáticos

- Mapa de aspectos: A geração deste mapa teve como entrada as curvas mestras e a de 40m contidas na área de estudo. Estas foram digitalizadas através do módulo de digitalização TYDIG do “software” SPANS, e posteriormente interpoladas criando um MDT (modelo digital de terreno), seguindo o método proposto por Guimarães (inédito). A partir deste MDT foi gerado o mapa de declividade e de aspectos através da função SURFACE do “software” IDRISI. Este mapa foi fatiado de acordo para separar as encostas voltadas para o norte e para o sul.
- Mapa de formas: Foi confeccionado através da classificação da forma geométrica das encostas, determinada sobre a base topográfica, sendo classificada em: retilínea, côncava e convexa. Este mapa foi scannerizado, e posteriormente editado e georeferenciado no módulo de edição de raster IRAS/B do software MICROSTATION da INTERGRAPH, em seguida este raster foi semi-automáticamente vetorizado no módulo I/GEOVEC do mesmo software.
- Mapa de uso e cobertura do solo: Este mapa temático foi obtido através da interpretação da imagem multiespectral Spot (1990) nas bandas 1, 2 e 3, onde após o registro foram delimitadas quatro classes: floresta, uso urbano (construções, estradas, etc.), desmatamento/capim e afloramentos rochosos, através do método de Máxima Verossimilhança. Todo o processo de tratamento e classificação foi feito no “software” IDRISI. A partir deste foram extraídos somente as áreas com cobertura vegetal, que são as de interesse deste trabalho.

Cruzamento das Informações

Após a confecção e aquisição dos mapas para meio digital, estes foram cruzados entre si, gerando resultados para cada setor. Os cruzamentos foram realizados através da função CROSSTAB do “software” IDRISI e utilizando o método analítico-integrativo proposto por Coelho Netto et al. (1993). Vale ressaltar ainda que

o mapa final (mapa de potencialidade de ocorrência de queimadas) foi delimitado apenas para as áreas de cobertura vegetal.

Resultados e Discussões

Uma vez definido o balão como o principal agente das queimadas no maciço da Tijuca, deve-se levar em consideração que a gama de possibilidades dos locais de queda é muito grande, ou seja, estes podem potencialmente cair em qualquer lugar do maciço. Todavia, segundo informações coletadas junto a participantes de clube de baloeiros, os bairros da zona norte e oeste da cidade, como: Inhaúma, Méier, Maria da Graça, Realengo e Jacarepaguá, são os de maior incidência de festivais de balões. A maioria dos balões lançados nestes festivais são de pequeno para médio porte (4 a 12 m), os quais não tem força suficiente para ganhar altitude e atravessar o maciço, caindo assim nas encostas voltadas para esses bairros, ou seja, nos setores 1, 2 e 5. Isto não exclui a queda de balões nos outros setores, mas certamente estes tem uma probabilidade maior de queda, face a maior proximidade com as principais áreas de lançamento.

Esta tendência não significa simplesmente que a maior possibilidade de um foco de queimada, através da queda de um balão com a bucha acesa, ocorra nesses setores, a medida que existe outros fatores que condicionam a ocorrência das queimadas. Estes são: a orientação da encosta, a forma da encosta e o tipo de cobertura vegetal.

A orientação das encostas é a principal variável que regula a suscetibilidade a ocorrência de queimadas, a medida que controla decisivamente o teor de umidade do solo e da serrapilheira. Esta afirmação foi baseada nos estudos conduzidos por Oliveira et al. (1995) que verificou a ocorrência quase exclusiva de queimadas nas encostas do maciço voltadas para o norte. Segundo esses autores, as encostas voltadas para o sul possuem serrapilheira em média 41,9% mais úmida que as voltadas para o norte. Além disso, esses autores ainda afirmam que a perda desta umidade também se dá muito mais rápido nas encostas voltadas para o norte, pois as voltadas para o sul retém a umidade 1,6 vezes mais que a norte. Conseqüentemente a umidade do solo se

comporta da mesma maneira apenas variando de acordo com o tipo de cobertura vegetal a que está associado.

Esta variação de umidade se reflete basicamente em função dos diferentes índices de temperatura deste dois tipos de encosta, visto que as encostas voltadas para o norte são significativamente mais quentes, devido a maior incidência de calor que as voltadas para o sul, com 98% de ocorrência de temperaturas máximas naquelas encostas. As temperaturas mínimas também ocorrem em grande maioria nas encostas norte (86%), o que deve ser atribuído a maior umidade relativa nas de sul, face ao maior período de deposição de orvalho que atua como um efeito “tampão” reduzindo as temperaturas extremas (Oliveira et al., 1995).

Ao se espacializar as encostas voltadas para o norte e para o sul no maciço da Tijuca revela uma distribuição homogênea para esses dois tipos de encosta, com uma pequena supremacia de encostas voltadas para o norte. Entretanto, estas últimas se concentram amplamente nos setores 1, 2 e 5 e as voltadas para o sul nos setores 3, 4 e no 5 também.

Assim, espera-se que os setores 1 e 2, principalmente, e o 5 apresentem maior probabilidade de ocorrência de queimadas, uma vez que há predominância de encostas voltadas para o norte. Soma-se a esta suposição os menores índices pluviométricos que ocorrem nesses setores, como demonstrado por Fernandes (1998), que contribuem para as menores taxas de umidade nas encostas dos mesmos.

Por outro lado existem variações internas de caráter geomorfológico que individualizam dentro das encostas áreas mais ou menos propícias a ocorrência de queimadas. Estas são segmentos geométricos que se apresentam sob três formas principais: côncavo, convexos e retilíneos. As formas côncavas se caracterizam como zonas de convergências de fluxo e conseqüentemente de maior concentração de umidade, ao passo que as convexas e retilíneas (em encostas) condicionam a formação de zonas de divergências de água e baixa umidade.

Portanto, ao cruzarmos um mapa de orientação com de formas de encostas podemos definir dentro das encostas voltadas para o norte e sul segmentos de maior ou menor potencialidade de queimadas. Sendo assim a maior susceptibilidade ocorre nos segmentos de encostas voltadas para o norte e convexas, para o norte e côncavo,

para o sul convexos e para o sul côncavos, respectivamente. Esta relação é espacializada na figura 2 (mapa de orientação e forma dos segmentos de encosta). Observando este é possível identificar uma homogeneidade desses segmentos no maciço, entretanto, os voltados para o norte e côncavos possuem um pequeno destaque na distribuição total. Os segmentos de maior susceptibilidade de queimadas (norte/convexo) ocorrem em sua maioria nos setores 1, 2 e 5, e os de menor (sul/côncavo) é mais evidenciado nos setores 3 e 4.

Esta distribuição continua corroborando a idéia inicial de que os setores 1, 2 e 5 são os mais frágeis em relação a queimadas. Contudo, o setor 1 por possuir uma quantidade de áreas côncavas em relação as convexas maior do que a do setor 2 faz com que a porcentagem de áreas críticas (norte/convexo), quase se equívalem (setor 1 - 35,2% e setor 2 - 34,7%). Mas as áreas de maior resistência (sul/côncavo) continuam ocorrendo no setor 2 em relação ao 1. O setor 5 com as mesmas características do setor 1 no tocante as formas, diminui a sua área de segmentos críticos para a de menor expressão neste setor.

Uma outra variação em relação a idéia inicial de ocorrência de queimadas é que nos setores 3 e 4, que possuem uma idêntica distribuição de encostas voltadas para o norte e para o sul, agora possuem uma pequena variação em relação a porcentagem de áreas críticas (norte/convexo). Neste sentido o setor 3 já possui uma predisposição um pouco maior em relação as queimadas do que o setor 4.

Vale ressaltar que para esta avaliação no mapa de formas as retilíneas foram aglutinadas as convexas, visto que estas foram identificadas próximos às áreas de paredão rochoso, as quais também constituem zonas de divergências de fluxo. Neste sentido, ficou simplificado o resultado das combinações do mapa de forma e orientação de segmentos de encostas.

É importante salientar que a orientação e forma das encostas foram avaliadas para o maciço como um todo, pois são variáveis praticamente estáticas em relação a escala temporal das práticas de queimadas, portanto essas condições vão se refletir no quadro atual de distribuição do tipo de cobertura vegetal pelo maciço da Tijuca. A partir daí pode se entender o porque da concentração das formações de gramíneas (capim) nos setores 1, 2 e 5 (fig. 3).

As gramíneas constituem-se na principal forma que substitui a vegetação original após uma queimada e os indivíduos remanescentes da mata anterior não se adaptam a nova realidade microclimática e tendem a cair (Oliveira et al., 1995). A distribuição do tipo de cobertura vegetal em cada setor pode ser identificada na figura 3. Nesta novamente, os setores 1, 2 e 5 vão possuir uma elevada ocorrência de gramíneas em contraste com os setores 3 e 4. É interessante ressaltar, também, que o setor 1 é o único a apresentar cobertura de gramínea mais elevada que a de floresta, a qual com apenas 0,2 % da área total de cobertura vegetal do setor caracteriza o elevado grau de degradação e potencialidade a queimadas que ocorre neste setor.

Uma outra interpretação que pode ser feita face a distribuição do tipo de cobertura vegetal é que esta condiciona também áreas mais suscetíveis à ocorrência de queimadas. Isto ocorre a medida que as áreas de gramínea criam microclimas sobre os valores de temperatura do ar e do solo, os quais segundo Zaú (1994) são ampliadas em mais de 25% em relação as áreas de florestas, diminuindo conseqüentemente os teores de umidade nestas áreas.

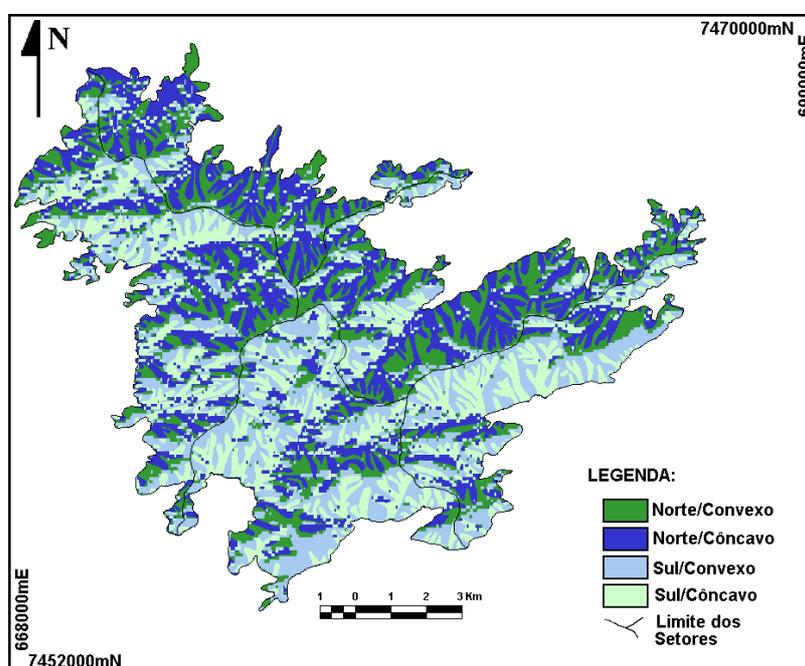


Figura 2 - Mapa de orientação e forma dos segmentos de encosta

Além disso as gramíneas possuem uma grande combustibilidade natural e constituem-se em elementos importantes no processo de regressão da floresta que vem

se dando, segundo Oliveira et al. (1995), quase que exclusivamente pelo “efeito de borda”, em outras palavras, as constantes queimadas nas áreas de gramíneas, localizadas em primeiro plano vem reduzindo as áreas de matas secundárias e florestas adjacentes. Um outro fator que também favorece a expansão das queimadas em área de gramíneas é que o combate a queimadas neste tipo de vegetação só é feito quando ameaça alguma residência. Realmente é comum observar essas queimadas ocorrerem e se extinguirem sozinhos principalmente nos bairros da zona norte e oeste.

Assim as condições de umidade que é primordialmente imposta pela orientação das encostas sofre variações internas segundo o tipo de cobertura vegetal e a forma do segmento da encosta. Neste sentido as combinações resultantes do cruzamento da orientação da encosta, tipo de cobertura vegetal e forma do segmento da encosta (fig. 4) seguem a ordem de importância das variáveis citadas acima respectivamente. Entretanto, apesar de não existir nenhum trabalho específico sobre o assunto, mas pautado em algumas observações de campo podemos classificar as áreas de potencialidade de ocorrência de queimadas em três classes: **Alta potencialidade** - todos os segmentos de encosta norte/convexo com gramínea, e norte/côncavo com gramínea; **Média potencialidade** - segmentos norte/convexo com floresta, norte/côncavo com floresta, sul/convexo com gramínea, e sul/côncavo com gramínea; e **Baixa potencialidade** - segmentos sul/convexo com floresta; e sul/côncavo com floresta. Neste sentido, os segmentos de encosta voltados para o norte/convexos com cobertura de gramínea possuem a maior predisposição a ocorrência de queimadas, e os segmentos de encosta sul/côncavos com cobertura de floresta são os de menor potencial a ocorrência destes.

Seguindo esta classificação e analisando a figura 4 podemos identificar o setor 1 como o mais propício a ocorrência de queimadas, e conseqüentemente mais exposto a regressão da área florestada, visto que neste prevalece os segmentos de encosta da classe de alta potencialidade a ocorrência de queimadas, ou seja, segmentos de encosta voltadas para o norte com cobertura de capim convexos e côncavos, que correspondem respectivamente a 45,4% e 41,9% da área destes setores.

Os setores 2 e 5 se apresentam com uma distribuição mais homogênea, entretanto no setor 5 em comparação com o 2 prevalecem sutilmente os segmentos da

classe de baixa potencialidade, como os sul/côncavas com florestas e sul/convexas com florestas.

Por outro lado os setores 3 e 4 que são os que possuem amplamente as menores condições para ocorrência de queimadas, pela predominância da classe de baixa potencialidade com segmentos de encostas sul/côncavas com florestas (34,2% - setor 3 e 27,2% - setor 4) e sul/convexas com florestas (34,2% - setor 3 e 31,4% - setor 4). Entretanto nota-se uma ligeira tendência no setor 3 de menor susceptibilidade pelo fato deste possuir maior quantidade dos segmentos de menor potencialidade (sul/côncavo com floresta). Este fato garante a esses dois setores a menor predisposição à substituição da cobertura vegetal e a mancha de gramíneas por ação de queimadas.

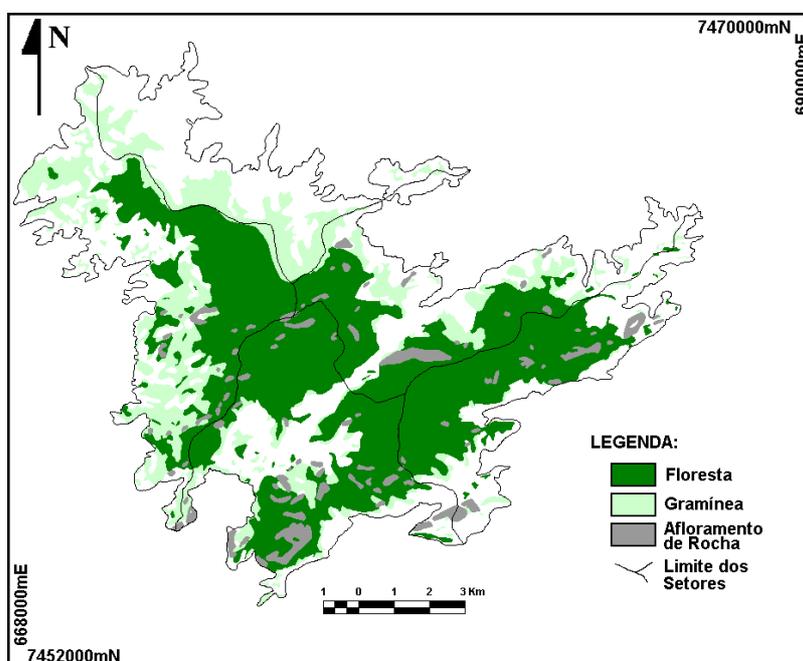


Figura 3 - Mapa de tipo de cobertura vegetal

É interessante ressaltar a importância de se empregar esta variável tipo de cobertura, pois ela diferenciou mais ainda em relação a classificação que só levava em conta a orientação e a forma os setores mais e menos susceptíveis. Em outras palavras o setor 1 a partir desta última apareceu com destaque em relação ao setor 2, o que não acontecia quando se levava em conta o tipo de cobertura, onde os dois setores possuíam um potencial muito semelhante. Já os setores 3 e 4 inverteram as suas

tendências, a medida que o setor 3 possui uma área de cobertura florestal um pouco maior que o 4, o que o fez ter uma porcentagem de segmentos voltados para o sul/côncavos com florestas maior do que o 4.

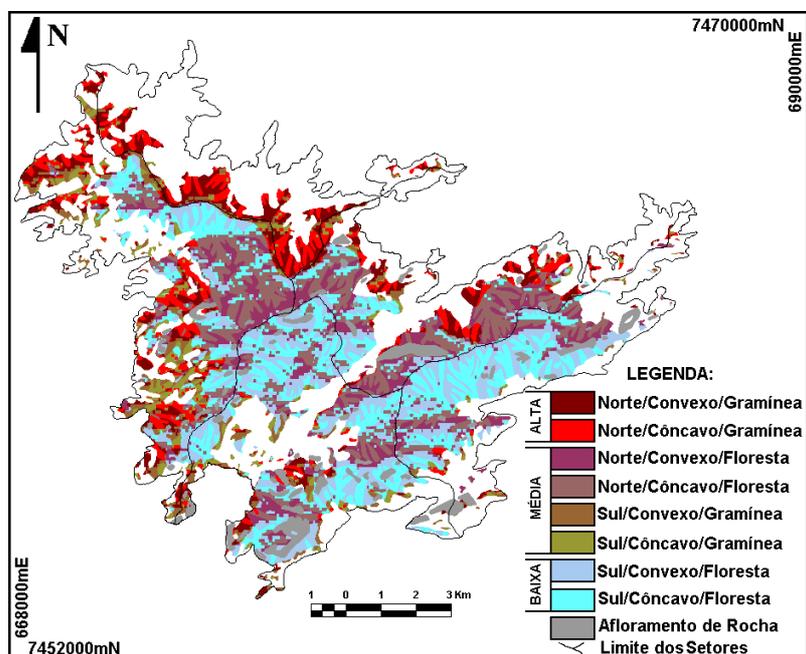


Figura 4 - Mapa de potencialidade de ocorrência de queimadas

Conclusão

Os resultados obtidos revelaram que os setores 1, 2 e 5 possuem uma alta predisposição a ocorrência de queimadas, tanto pelas características do uso do solo (tipo de cobertura vegetal), aspecto e forma das encostas, como também pela proximidade das principais fontes de emissão de balões. Portanto estas características conferem as estes três setores a maior potencialidade a continuidade da degradação florestal, e conseqüentemente o aumento de processos hidrológicos e erosivos, por maior potenciais de rápido escoamento superficial d' água e sedimentos para as baixadas a eles conectadas, assim como processos de enchentes, que já é mais intensa nestes e que lhes conferem

Face ao cenário de alta susceptibilidade nos setores 2, 5 e principalmente no 1, o processo de regressão de mancha de floresta remanescente tende a acelerar se não tomar as medidas preventivas em relação aos agentes causadores de queimadas,

principalmente os balões, e medidas, como o reflorestamento, para recuperar estas áreas que já foram degradadas.

Os resultados obtidos foram de fundamental importância, no sentido que ofereceram subsídios ao entendimento da dinâmica estrutural da paisagem do maciço da Tijuca e do funcionamento hidrológico e erosivo da área de estudo. Entretanto uma análise mais completa destes processos requer um conhecimento maior de outras variáveis bióticas, abióticas e antrópicas que compõem o geocossistema do maciço. Assim pode-se constituir uma análise geo-hidroecológica, fundamentada no conhecimento integrado de bases geomorfológicas e geoecológicas.

Bibliografia

COELHO NETTO, A.L. - Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. In: Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos, organizado por GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B.; Ed. Bertrand Brasil, cap.3, pp. 93-148, 1994.

COELHO NETTO, A.L.; DANTAS, M.E. & ROSAS, R.O. - Grandes domínios geoecológicos da Amazônia Legal (1:2.500.000): bases para o estudo dos efeitos de borda das linhas de transmissão de energia a serem implantadas na Amazônia florestal. Relatório solicitado pela ELETROBRÁS, 26 p., 1993.

FERNANDES, M.C. - Geoecologia do maciço da Tijuca-RJ: uma abordagem geo-hidroecológica. Dissertação de mestrado, Departamento de Geografia, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro, 141p., 1998.

GUIMARÃES R.F. - Aplicação do interpolador Kriging (Multi direcional), para a confecção de um modelo digital de terreno. Inédito

OLIVEIRA, R.R.; ZAÚ, A.S.; LIMA, D.F.; VIANNA, M.C. SODRÉ, D.O. & SAMPAIO, P.D. - Significado ecológico da orientação de encostas no maciço da Tijuca, Rio de Janeiro. Oecologia Brasiliensis, vol. 1, pp. 523-541, 1995.

ZAÚ, A.S. - Variação da cobertura vegetal e efeitos na hidrologia superficial: maciço da Tijuca, R.J. Dissertação de Mestrado, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro, 101 p., 1994.