

## **CRESCIMENTO DA REDE HIDROGRÁFICA POR EROSÃO REMONTANTE: BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CONTAGEM – DISTRITO FEDERAL/BRASIL**

*BRAGA, Ligier<sup>\* 1</sup>; MESQUITA, Marina<sup>2</sup>; SANTOS, Raina<sup>3</sup> UAGODA, Rogério<sup>4</sup>*

\* Mestranda do Pós-graduação/Universidade de Brasília, Bolsista CAPES; [ligierbraga@gmail.com](mailto:ligierbraga@gmail.com)  
Mestranda do Pós-graduação/Universidade de Brasília; [ninamesquita.oliveira@gmail.com](mailto:ninamesquita.oliveira@gmail.com)  
Graduanda do Dept. de Geografia/ Universidade de Brasília, bolsista REUNI; [rainasanfer@gmail.com](mailto:rainasanfer@gmail.com)  
Professor Adjunto do Dept. de Geografia/Universidade de Brasília; [rogeriouagoda@unb.br](mailto:rogeriouagoda@unb.br)

### **Resumo**

Esse artigo apresenta os resultados de trabalhos sistemáticos de mapeamento de canais de primeira ordem e feições erosivas na bacia hidrográfica do Ribeirão Contagem, tributária do rio Maranhão, Distrito Federal. Objetivou-se analisar os controles do crescimento da rede de canais, e de formação das feições erosivas presente na área, relacionando-os aos aspectos geológicos, e de vegetação e solos, além de um buffer de 20 metros de estradas e canais. O mapeamento foi feito em ambiente SIG como software ArcGis, onde utilizou-se ortofotocartas com cobertura aerofotogramétrica de resolução espacial de 25cm, pertencentes ao mapeamento feito pela Terracap de todo o território do DF em escala 1:10000. As 233 feições mapeadas resultaram em um adensamento de ~100% em relação a trabalhos anteriores e a restituição soma no total 3163 novos canais. A partir do cruzamento dos dados, observou-se que as feições do tipo voçoroca correspondem a um avanço regressivo da rede de canais, sendo principalmente correlacionadas à litologia clorita filitos. O estudo do adensamento da rede de drenagem por voçorocamento sugere a recorrência de processos erosivo-deposicionais que permitirão conhecer e controlar futuros problemas relacionados à erosão e impactos ambientais de riscos de catástrofe, com os quais pretende-se a continuação dessa pesquisa.

**Palavras-Chave** – Voçoroca, canal, erosão remontante.

## **CHANNEL EXPANSION BY HEADWARD EROSION: CONTAGEM BASIN/FEDERAL DISTRICT/BRASIL.**

### **Abstract**

This work presents a systematic research of erosion features in the Contagem Basin, tributary of Maranhão River, Federal District/Brasil. The study aims to mapping gullies, active and stabilized channels and their geological, pedological, morphometrical and biological controls as well as the correlation between features and distance of roads. We mapped the features in field and using 1:10000 scale aerial photographs by Terracap, 2009. Was made the intersections between the features and adjusted bases of varied sources using GIS. The results show a strong correlation between gullies and channel heads, and a control with phyllites, suggesting the work of headward erosion unlike previous studies showing total correlation between features and roads.

**Keywords** – Gully, Channel, headward erosion.

<sup>1</sup> Mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade de Brasília, Bolsista Capes. [ligierbraga@gmail.com](mailto:ligierbraga@gmail.com)

<sup>2</sup> Mestranda do Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade de Brasília. [ninamesquita.oliveira@gmail.com](mailto:ninamesquita.oliveira@gmail.com)

<sup>3</sup> Graduanda do curso de Geografia da Universidade de Brasília, Bolsista Reuni. [rainasanfer@gmail.com](mailto:rainasanfer@gmail.com)

<sup>4</sup> Professor Adjunto do Departamento de Geografia da Universidade de Brasília. [rogeriouagoda@unb.br](mailto:rogeriouagoda@unb.br)

## INTRODUÇÃO

### Caracterização da Área

A bacia hidrográfica do Ribeirão Contagem, localiza-se ao norte do Distrito Federal na Região Administrativa de Sobradinho e tem uma pequena área de sua foz, localizada no sul do estado de Goiás, na cidade de Planaltina-GO. O ribeirão Contagem, ao qual a bacia em estudo faz referência, é um dos principais afluentes do Rio Maranhão, que deságua nas bacias dos rios Tocantins e Araguaia. Em sua litologia predominam as unidades: Psamo-pelito carbonatada; Calcifilitos; Metassilito Argiloso e lentes carbonáticas, e os solos são representados basicamente por Cambissolo haplico e Nitossolo Vermelho.

A bacia está numa área que compreende a Reserva Biológica da Contagem, onde há uma zona de recarga de aquífero responsável pela manutenção dos cursos d'água que integram as sub-bacias do Ribeirão Contagem. Todo esse complexo hidrográfico faz parte, ainda, da Área de Proteção Ambiental da Cafuringa, que foi criada para preservar e conservar grande parte do cerrado do DF, bioma que se estende em direção à região Amazônica a partir da Chapada da Contagem.

O relevo que drena o Ribeirão Contagem encontra-se bastante dissecado com altitudes variando de 900 a 1200m e declividades que chegam em torno de 35°. Em seus 146Km<sup>2</sup>, coexistem grandes áreas de mineração de calcário, cascalheiras, ocupações irregulares, intervenção de estradas, focos potenciais de poluição, com grande área de vegetação preservada.

Pesquisadores como Coelho Netto, (2003); Kikby, (1967); Dune, (1990) no estudo de erosão e instabilidade de encostas, apontam o substancial aumento de estudos voltados à expansão da rede de canais, especialmente onde se iniciam os canais nas cabeceiras de drenagem. Para eles, a relevância está tanto na explicação dos padrões espaciais estáticos das redes de canais, como também na avaliação da vulnerabilidade potencial dessas áreas para uso da terra ou para avaliar os efeitos das mudanças climáticas globais. O estudo da recorrência de processos erosivo-depositivos permitirá conhecer e controlar os problemas relacionados à erosão e impactos ambientais advindos da ocupação de área onde há risco de catástrofes, fornecendo subsídios ao planejamento urbano, e assegurando o equilíbrio geo-hidro-ecológico dessa área.

## OBJETIVOS

Mapear todos os canais de primeira ordem e feições erosivas da bacia hidrográfica do Ribeirão Contagem e a partir daí analisar os controles do crescimento da rede hidrográfica, relacionando-os aos aspectos de vegetação, geologia, pedologia e declividade.

## METODOLOGIA

### Procedimentos Iniciais

Até a consolidação dos resultados apresentados, foram intercalados procedimentos de gabinete e campo. Inicialmente foi feita a busca e organização da base de dados, que se refere ao mapeamento feito pela Terracap (2010), abrangente a toda a área do Distrito Federal, que dispõem de 244 ortofotocartas (vetos+ raster) na escala de 1:10.000 contendo a cobertura aerofotogramétrica com resolução espacial de 25cm, dados vetoriais e dados raster com resolução de 1m, formando a estrutura da base de dados de ambiente SIG, aqui utilizada. Os procedimentos de gabinete foram feitos com o auxílio do software ArcGis, onde foi gerado o modelo digital de elevação do terreno (MDE), através do método de triangulação (TIN). Com a articulação das duas cartas prontas, e a informação altimétrica, a área da bacia foi delimitada por meio de vetorização. Com a base de dados preparada, foram sendo inseridas as informações necessárias para o mapeamento no próprio ArcGis.

## Restituição dos Canais

O mapeamento e a restituição se deram sobre a própria foto aérea, em ambiente SIG, digitalmente. Os critérios gerais para a identificação dos canais na foto, foram:

1. Curvas de nível (intermediária e mestra) cotadas de 5 em 5 metros. A partir do desnivelamento em relação ao canal principal, o traçado do canal inicia no maior valor da curva de nível que indica a sua existência.
2. Modelo Digital do Terreno;
3. Vegetação do tipo: matas de galeria. Principalmente as que ocorrem em linhas estreitas, em direção à rede de drenagem e com limite bem definido entre outros tipos de vegetação.
4. Exceto a conexão com a rede de drenagem, os canais desconectados também foram mapeados com base nos mesmos critérios.

A partir daí, foram gerados os dados do número total dos canais da bacia, assim como sua extensão. A densidade de canais foi obtida dividindo-se a área da bacia pelo número de canais, e foi calculada para os canais restituídos, os mapeados pela Terracap, e o total. A área ocupada pelos canais em cada Km<sup>2</sup> da bacia foi calculada dividindo-se a extensão (km) dos canais pela área da bacia.

## Mapeamento das feições erosivas

As feições erosivas foram mapeadas no mosaico das fotos aéreas, utilizando o software ArcGis. Para auxiliar o mapeamento, foi utilizado um *script* obtido gratuitamente no site da ESRI, que sincroniza o ArcGis ao Google Earth, onde é possível visualizar a mesma área do ArcMap no Google Earth e vice-versa. As feições erosivas foram mapeadas em polígonos e classificadas em: voçorocas, ravinas, erosão superficial e minerações.

A identificação de cada classe de feição na imagem aérea seguiu os seguintes critérios:

Voçoroca: feições incisivas e de característica retilínea, onde parte do solo é exposto; conexão com a rede de canais; ravinas: áreas de solo exposto; processo inicial de voçorocamento, sem forte incisão de canais, portanto sem contato com a rocha; erosão superficial: Desgastes leves da superfície, onde se visualizou a formação de sulcos; menor escala em relação às demais feições mapeadas. mineração: buracos provocados por atividade humana, de formato arredondado, típicas de crateras ou pequenas áreas de retirada de material para uso.

Ainda no ArcGis, foi calculado o número total de feições, e suas áreas. A densidade de feições na BRC foi obtida dividindo o número total de feições mapeadas, pela área da bacia. A área da bacia ocupada pelas feições foi obtida dividindo a soma das áreas de cada feição pela área da bacia.

## Cruzamento dos Dados

Para que os controles de formação dos canais de primeira ordem e feições erosivas pudessem ser visualizados, tão quanto suas distribuições na paisagem da bacia, utilizou-se o mapeamento litológico do DF elaborado por Freitas-Silva & Campos (1999); o mapeamento pedológico do DF, em escala 1:100.000, feito por EMBRAPA,(1978); e o mapeamento da vegetação do DF, na escala 1:10.000 feito pela TERRACAP (2010). Foram gerados Buffer's com 20, 50 e 100 metros de raio para testar a influência de estradas e canais em relação a formação das feições aqui estudadas. O Buffer escolhido para utilização foi o de 20 metros de raio, por apresentar uma cobertura mais realista em relação a abrangência e propagação dos processos erosivos

O mapa de feições erosivas foi cruzado com os mapas acima citados e com estes resultados foram feitas as análises dos controles aos quais estão ligadas as feições, com cálculo de ocorrência e frequência das mesmas, para cada aspecto observado.

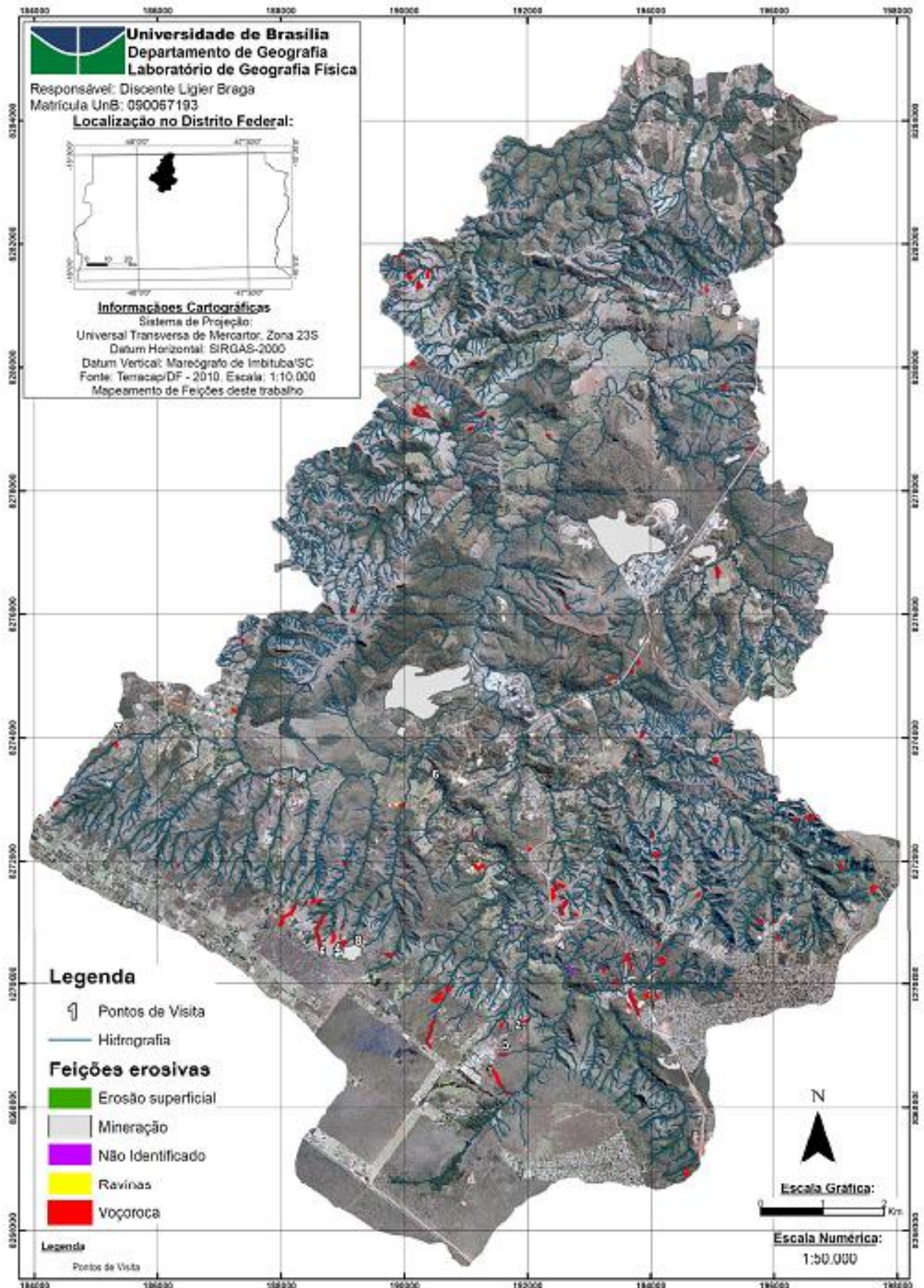


Figura 1 - Carta Imagem da Bacia com localização das feições e dos pontos visitados.

A quantificação de voçorocas e ravinas conectadas a rede de canais, foi feita uma por uma, por meio da foto aérea. Considerou-se as feições que intersectam a linha de drenagem e as que visivelmente se dirigem a ela dada a direção do corpo da feição, sem que seja perceptível alguma ligação superficial. Não foram consideradas ravinas e voçorocas distantes mais que 50m do canal. A partir dos cruzamentos, os pontos de maior interesse foram marcados para verificação em campo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Canais

Foram mapeados 3163 (73%) canais, dos quais 179 (4%) são desconectados da rede de drenagem. Esta restituição acrescenta o total de 21 canais por Km<sup>2</sup> na área da bacia. O mapeamento da Terracap soma 4845Km, que significa 3,3km/km<sup>2</sup>. A restituição somou 367,7 Km, que representa uma densidade de 2,5km/km<sup>2</sup>, sendo 20km de canais não conectados. No total dos 146 km<sup>2</sup> da bacia, o Ribeirão Contagem apresenta 852km de canais, o correspondente a uma densidade de 5,8km de canais em cada km<sup>2</sup> de bacia, e ainda uma ocorrência de 29,5 canais/km<sup>2</sup>. Sabendo-se, pois, que há uma relação inversa entre a quantidade de canais e o comprimento deles, (CHRISTOFOLETTI, 1980), possibilitando compreender a causa do aumento de mais de 2000 canais, adquirir uma extensão de 116,8 km a menos.

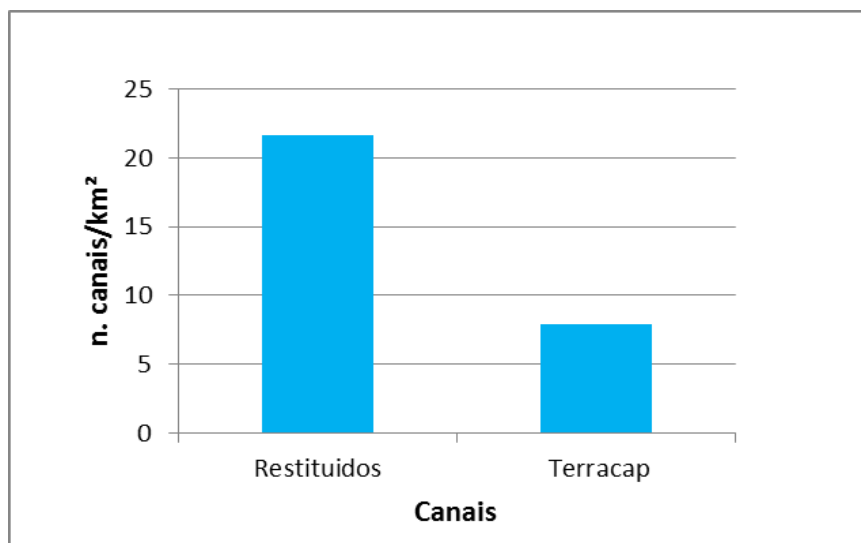


Figura 2 - gráfico com densidade de canais restituídos e da Terracap. Área da bacia: 146,29Km<sup>2</sup>.

### Feições Erosivas

Obteve-se um total de 233 feições, dentre elas: 90 (39%) voçorocas, 57 (24%) ravinas, 42 (18%) erosões superficiais, 29 (12%) minerações e 15 (6%) elementos não identificados. Esse valor corresponde a uma área de 2 km<sup>2</sup> (1,37%) da área da bacia e a um adensamento de 107% em relação ao mapeamento anterior realizado por Oliveira (2008) de todo o DF, que mapeou ~25 feições para a área da bacia do Contagem. A densidade de feições é de 1,59 feições/km<sup>2</sup>, ou seja, mais de uma feição erosiva por km<sup>2</sup>. Só a área da mineração é de 1,87 km<sup>2</sup> (1,28%), seguido das voçorocas com 0,09 km<sup>2</sup> (0,06%), ravinas com 0,03 km<sup>2</sup> (0,02%), elementos não identificados com 0,02 km<sup>2</sup> (0,01%) e erosão superficial com 0,01 km<sup>2</sup> (0,007%). As voçorocas presentes na bacia do Ribeirão Contagem são canais incisivos, grandes em comprimento e normalmente estreitos e profundos, por este motivo não são representativas em área, ao passo que no total, somam 90 feições, quase 40% de todas as feições mapeadas. Faz-se de extrema importância ressaltar que

dessas 90 voçorocas, 73 estão conectadas à rede de drenagem e no que se refere às ravinas, 20 das 57. A grande quantidade de voçorocas conectadas à rede de canais, é pois, uma forte evidência de que uma nova configuração desse sistema de drenagem pode estar acontecendo no presente.

### Controle de feições por litologia

O Psamo Pelito Carbonatada ocupa na bacia uma área de 71km<sup>2</sup> (49%) que se distribui da cabeceira até a foz. Nele estão presentes 45 voçorocas, 26 ravinas, 17 erosões superficiais, 24 minerações e 6 elementos não identificados. Mas é no Metassiltito Argiloso, numa área de 22km<sup>2</sup> (15%), que se observa a ocorrência de 2,23 feições /Km<sup>2</sup>, quando no psamo pelito essa ocorrência é de apenas 1,65 feições/Km<sup>2</sup>. Os outros 25% de feições estão distribuídas em calcifilitos (11,16%), lentes carbonáticas (2,15%), Quartzito Médio (3,86%) e Clorifilitos (8,15%). Ressalta-se ainda os calcifilitos, que ocupam 23Km<sup>2</sup> da bacia (16%) e tem a ocorrência de 1,11 feições/Km<sup>2</sup> em sua área.

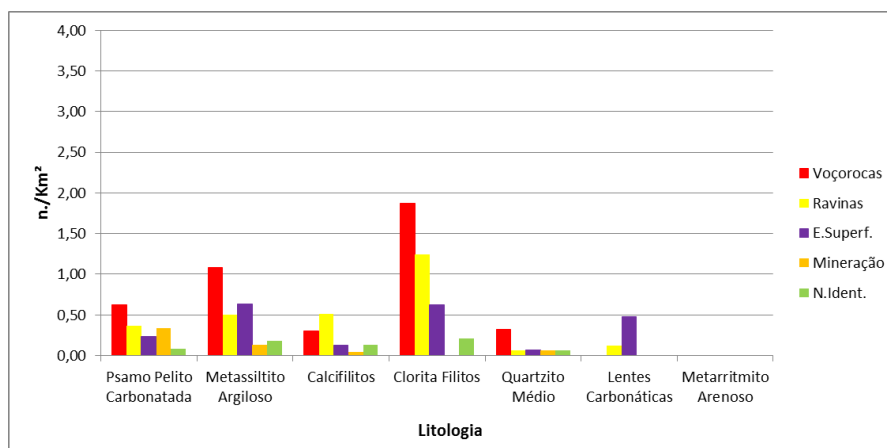


Figura 3 - gráfico de frequência de feições (nº/km<sup>2</sup>) por classe de litologia.

### Controle de feições por solos

O Cambissolo Háplico ocupa 71Km<sup>2</sup> da bacia (48,6%), e responde por 2,7 feições/Km<sup>2</sup> de sua área. Só nesta classe estão 194 (84%) feições erosivas. O Nitossolo Vermelho, abrange uma área de 46km<sup>2</sup> (31,3%), mas acumula na sua área somente 0,6 feições. Este tipo de solo apesar da área que ocupa, não detém um número muito alto de feições/Km<sup>2</sup>. O Latossolo Vermelho Amarelo corresponde a 15,3km<sup>2</sup> (10,5%) da área total, constituindo, depois do Nitossolo vermelho, a terceira classe de solo mais presente. No entanto, só foram mapeadas 7 (3%) feições erosivas, no LVA. Os Latossolos podem adquirir características estruturais porosas, com comportamento friável, favorecendo a erosão, no entanto, na área da cabeceira o Latossolo(LVA) encontra-se sobre o Quartzito, o que diminui seu risco de ser erodido. As classes: plintossolo pétrico, argissolo vermelho e latossolo, juntos, formam uma área de 14km<sup>2</sup>, que corresponde a menos de um décimo da área da bacia.

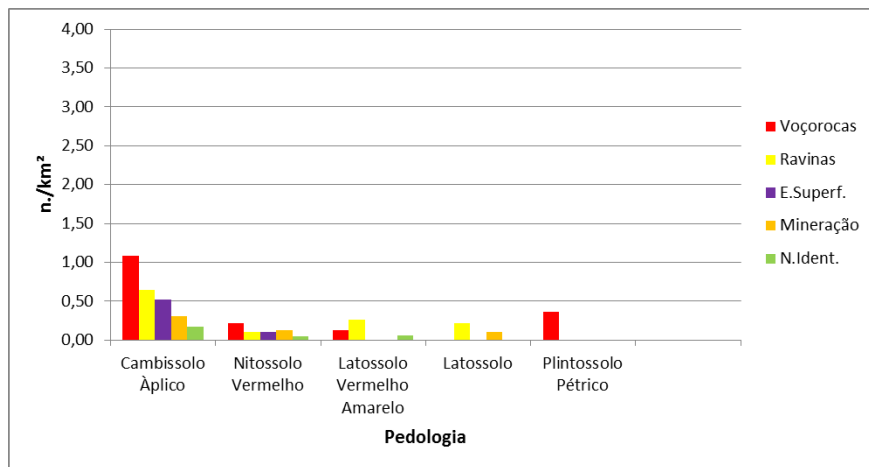


Figura 4 - gráfico de frequência de feições (n./km<sup>2</sup>) por classes de solo.

### Controle de feições pela vegetação

O mapa de vegetação da Terracap, classifica a vegetação na bacia do ribeirão Contagem, em dez categorias distintas, como apresenta o mapa. Mas as classes onde a erosão acontece são somente: área limpa (1); mata (2); pasto (14); cerrados (66) e Campo (115). As feições erosivas distribuem-se de forma desigual sobre a vegetação, e mais acentuadamente onde não há muita densidade de cobertura vegetal como nos campos e pastos, de forma a abrir caminho para o início do processo erosivo pelas águas da chuva, que não são bem interceptadas nesse tipo de vegetação.

Estima-se que os raios de 20, 50 e 100 metros ocupem respectivamente 11,8%, 27,4% e 69,1% da área da bacia para as estradas; e, respectivamente, 27,4%, 66,16% e 97,06%, para canais. Observa-se com isso, que os Buffers maiores que 20 metros, além de poderem ultrapassar elementos (divisores, fundos de vale, etc) que impedem a propagação de erosões, ainda ocupam percentuais muito grandes do total da bacia, inviabilizando qualquer tipo de estudo de correlação por vizinhança.

Considerando a distribuição das feições em relação ao Buffer de 20m, observa-se um acentuado controle das voçorocas para com o Buffer de canais, ao passo que as minerações correlacionam-se mais com o Buffer de estradas, possivelmente devido à proximidade das mineradoras com as vias.

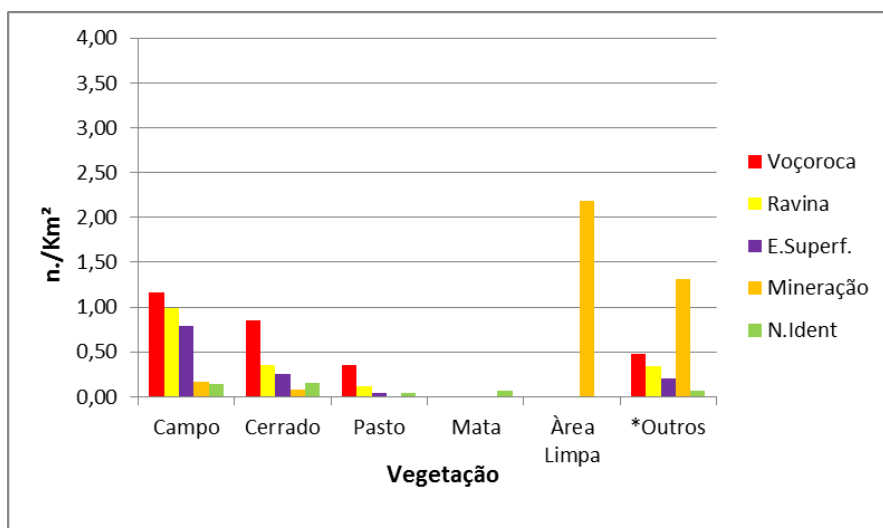


Figura 5 - gráfico de frequência de feições (n°/km<sup>2</sup>) por classes de vegetação.

## CONCLUSÃO

O adensamento expressivo da rede de canais em relação à rede de canais anteriormente mapeada (257,68%) permitiu gerar uma base de dados robusta para estabelecer relações entre o crescimento da rede de canais e a conexão com as feições erosivas atuais. O mapeamento das feições erosivas (n.= 233), que apresentou um adensamento de ~100% em relação a trabalhos anteriores (Oliveira, 2008), demonstrou predominância da feição *voçoroca* (n.=90) em relação às outras feições. Observa-se que há um estímulo de algumas unidades litológicas ao crescimento remontante da rede, que chega até o divisor formando voçorocas na forma de canais bastante incisivos, como foi observado em campo. Como principais controles, percebe-se alta correlação entre voçorocas e a litologia *Clorita Filitos*, havendo pequena área e grande distribuição. O cruzamento com as classes de Pedologia não demonstra controle aparente, pois a maioria das feições encontram-se na classe Cambissolo (n.= 196), que abrange 48% da bacia. Apresentou-se relação inversa entre distribuição de feições e densidade vegetacional. Considerando a distribuição das feições em relação ao Buffer de 20m, observa-se um acentuado controle das voçorocas para com o Buffer de canais, ao passo que as minerações correlacionam-se mais com o Buffer de estradas, possivelmente devido à proximidade das mineradoras com as vias. Demonstrou-se que Buffers maiores que 50 metros podem abranger cobertura próxima a 60% da área da bacia, podendo assim mascarar os resultados de correlação devido ao fato de poderem abranger diferentes vales e rios em um mesmo raio de buffer, os quais possuem controles totalmente diferenciados à estrada tomada como base.

Conclui-se que a grande quantidade de voçorocas conectadas à rede de canais, é pois, uma forte evidência de que uma nova configuração desse sistema de drenagem pode estar acontecendo no presente.

## Referências

- COELHO NETTO, A. L., (2003). "*Evolução de Cabeceiras de Drenagem no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (SP/RJ): a Formação e o Crescimento da Rede de Canais sob Controle Estrutural*". RBG. Ano 4. N°2, p. 69 -100.
- DUNNE.T., (1990). *Formation and controls of channel networks*. Prog. Phis. Geogr.4:221-239.
- FERNANDES, N.F. *Hidrologia subsuperficial e propriedades físico-mecânicas dos Complexos de Rampa - Bananal (S. P.)*. Tese de Mestrado, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro, 151p.
- KIRKBY, M.J. & CHORLEY, R.J., (1967). "*Throughflow, overland flow and erosion*". Bull. Int. Assoc. Sci. Hydrology, 12, 5-21.