



DEGRAUS DE ABATIMENTO: EXERCÍCIO CIENTÍFICO À CERCA DE SUA GÊNESE

Rogério UAGODA¹; Dirce SUERTEGARAY²; Nina FUJIMOTO² e Dejanira SALDANHA³.

geografia_ambiente@yahoo.com.br

Palavras Chave: Bacia Hidrográfica: Intemperismo Químico: Degraus de Abatimento.

Eixo Temático: Análise e Diagnóstico de Processos Erosivos

1. Introdução

Parte de um projeto que visa investigar a origem de *formas denudacionais* em cabeceiras de drenagem, este trabalho atenta para a identificação da gênese ou dos processos geradores de uma de suas possíveis feições: os *degraus de abatimento*. Para isso, o estudo se dá em várias escalas de abordagem e é realizado nas cabeceiras de drenagem da bacia hidrográfica do Arroio Puitã: Sudoeste do Estado do Rio Grande do Sul. Tais feições constituem formas denudacionais visualizadas como depressões em colina, que possuem formato alongado, de arredondado à semicircular. Estas depressões, que lembram a forma de um degrau, representam a interface superficial de um processo erosivo que gera o abatimento de uma parte isolada do terreno. Daí o nome “degrau de abatimento”. Mesmo assim, o grupo de pesquisa não considera estas formas de maneira isolada. Hipoteticamente, as considera como evidências de um processo maior, generalizado e articulado pelo intemperismo químico que, em tese, é o principal agente condicionante de tais formas.

Nestes termos, são levadas em consideração as configurações morfotecturais, morfoestruturais e morfoesculturais, que condicionam a morfogênese da rede de drenagem da bacia hidrográfica e de suas cabeceiras, que é onde surgem as feições de relevo aqui consideradas. A metodologia utilizada tenta desvendar a influência destas configurações no condicionamento da ocorrência das citadas formas de relevo e foi desenvolvida a partir da observação de evidências sedimentares proporcionadas pela ação do intemperismo químico: causa e consequência da migração de elementos comuns ao solo e a rocha. No mesmo sentido, a utilização de ferramentas de Geoprocessamento, permite visualizar espacialmente oscilações

¹ Acadêmico do departamento de Geografia da UFRGS.

² Professora do departamento de Geografia da UFRGS.

³ Professora do departamento de Geodésia da UFRGS.

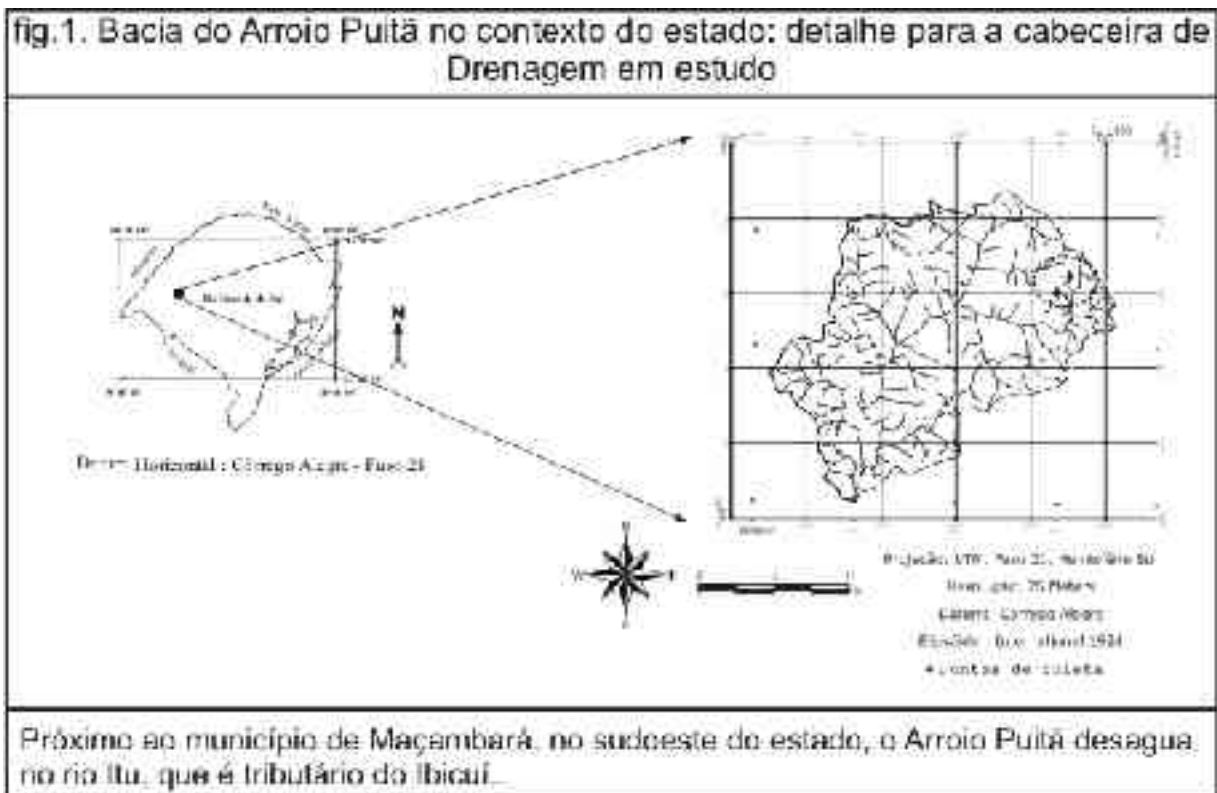


na distribuição/localização de minerais e de suas condições físicas e/ou químicas, que pesam à observação dos processos erosivos.

Os resultados mostram evidências indiretas que permitem concluir que a erosão diferencial, a hidrólise e a lixiviação são responsáveis pelo carreamento do produto das alterações intempéricas para o manancial próximo, o que permite entender um pouco da gênese das formas. Apesar disso, a pesquisa não tem um fim em si mesma, e pode abrir novas perspectivas para o estudo de processos erosivos em áreas “naturalmente frágeis”. Até mesmo com vista à prevenção de suas conseqüências, muitas vezes desagradáveis aos interesses da sociedade.

2. Da área de estudo

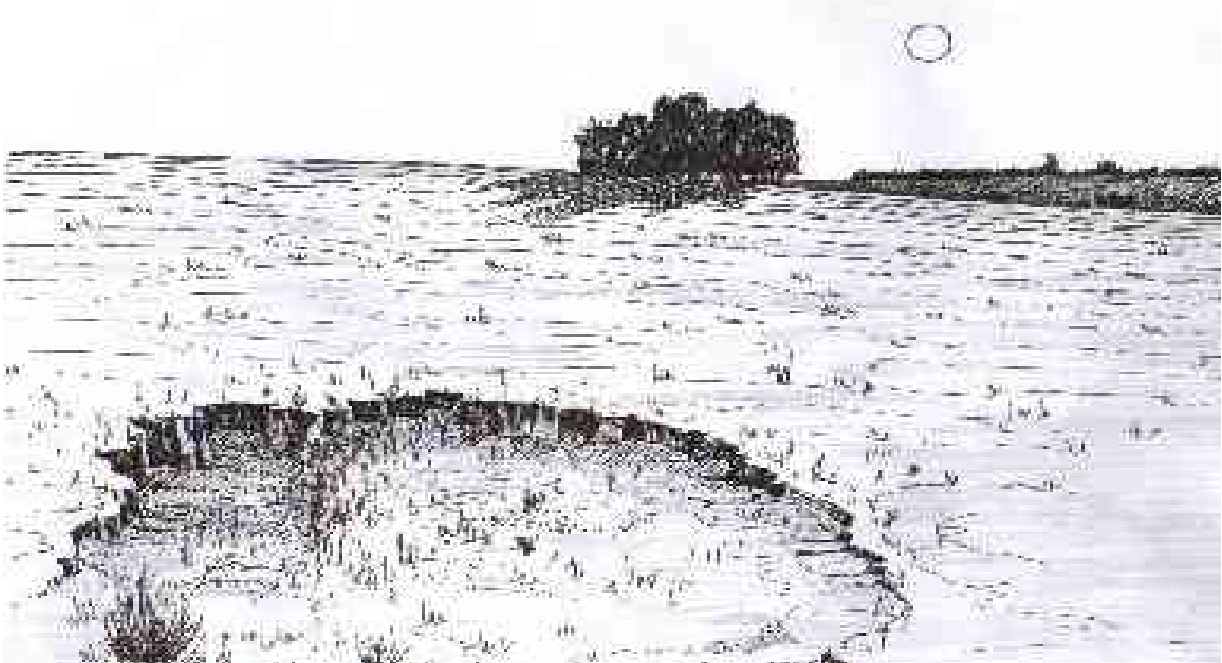
O estudo é realizado em um setor de cabeceira da bacia hidrográfica do Arroio Puitã, localizada entre as coordenadas $28^{\circ}55' S$; $55^{\circ}15' W$ e $29^{\circ}15' S$; $55^{\circ}35' W$ no município de Maçambará, no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul. Veja a **figura1**. Observe, em detalhe, a cabeceira de drenagem escolhida para estudo.





Desde o início do projeto trabalha-se com o conceito de formas denudacionais, estudando suas causas e sua gênese. Este trabalho encontrou motivação na observação da ocorrência dessas formas, em diversas paisagens e mais precisamente na área estudada (**figura 2**). Nesta seção, serão apresentadas as áreas que são propícias à sua ocorrência e os processos erosivos a elas relacionados.

Fig.2 Forma denudacional



Em primeiro plano, uma forma denudacional, segundo o traço artístico de Eri T. Bellanca, 2003

Nestes termos, como *denudação* se pode considerar o arrasamento das formas de relevo mais salientes, pelo efeito conjugado de vários processos erosivos (Guerra e Guerra, 1997:187). Este processo pode acontecer em qualquer tipo de litologia e em áreas tropicais úmidas, segundo Vitte (2001), é decorrente da ação do intemperismo generalizado.

Para Ross as "*formas de relevo*" (ROSS,1992:19), quarto táxon, podem ser divididas em formas de agradação, planícies receptoras, ou de denudação, que são áreas de desgaste erosivo e de perda de materiais e sedimentos. Entendemos, portanto, as *formas denudacionais* como feições resultantes de processos erosivos ligados ao intemperismo químico, que ocorrem em áreas de desgaste do relevo.

Segundo Mescerjakov (1968), as formas de relevo são decorrentes do antagonismo entre forças endógenas e exógenas e são classificadas em três ordens de grandeza: a



morfotectônica, a morfoestrutural e a morfoescultural. No primeiro caso estão enquadrados os grandes complexos do relevo terrestre: continentes e depressões oceânicas. A morfoestrutura contempla os maciços, as cadeias montanhosas, entre outros e a morfoescultura contempla as formas predominantes do relevo que sofrem grande influência dos aspectos morfoclimáticos.

No relevo, são individualizadas zonas de estrutura convexa (antiformes) ou de estrutura côncava (sinformes). Nunes (2002), categoriza antiformes como altos estruturais e sinformes como baixos estruturais. Mesmo assim, estas categorias não tem relação direta com a ocorrência de altos e baixos topográficos.

Áreas de alto estrutural (antiformes) possuem rochas mais fraturadas, o que favorece a diminuição da porosidade no solo, principalmente em áreas de alto topográfico. De outra forma, áreas de baixo estrutural (sinformes) constituem bacias estruturais de captação e favorecem a concentração de argilo-minerais, possuindo solos com maior porosidade. Zonas onde coincidem altos estruturais e altos topográficos levam o nome de positivas ou altas, ao contrário, onde coincidem baixos estruturais e baixos topográficos denominam-se negativas ou baixas, as restantes são caracterizadas como descontinuidades estruturais.

3.1 As cabeceiras de drenagem da Bacia do Arroio Puitã.

A bacia Hidrográfica do Arroio Puitã, em macroescala, está localizada sobre uma zona positiva, que sofre influência do Arco de Rio Grande*. Portanto, existe a tendência de haver a ocorrência dos efeitos conjugados a esta característica, rochas mais fraturadas e infiltração de água. Esta é uma área de interface entre a Depressão Periférica e o Planalto Basáltico do Rio Grande do Sul (Suertegaray, 1998), apresentando a ocorrência de arenitos da Formação Botucatu e/ou Rosário do Sul e de basaltos da Formação Serra Geral. Nesta área, e também na cabeceira escolhida para estudo, é comum a existência de patamares basálticos com a formação de morros testemunhos e relevos cuestiformes. Conformação, que muitas vezes tem relação com a ocorrência de áreas frágeis ou de cisalhamento.

Ao considerar a evolução morfoclimática do terreno em que está assentada a bacia hidrográfica, observa-se indicadores das variações climáticas ocorridas durante o período Quaternário, a exemplo das formações superficiais (Suertegaray, 1998), geradoras de grande parte da cobertura sedimentar presente. As feições estudadas formam-se por sobre esta

* Baseado no mapa estrutural de Nunes, 2002, Prelo.



cobertura sedimentar Quaternária e tem localização predominante em cabeceiras de drenagem, e em áreas que, dada à escala adequada, são consideradas antiformes.

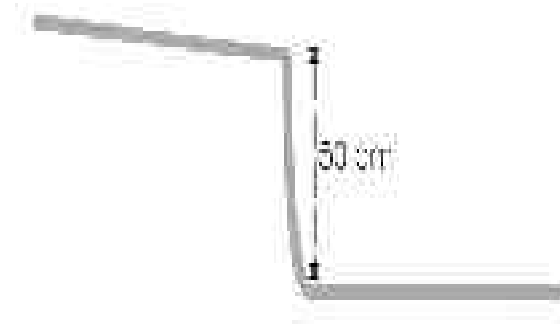
3.2 Os processos e as formas

Vitte (2001) ao citar Búdell (1957), fala sobre o intemperismo generalizado à que está exposto o relevo de áreas tropicais úmidas e cita que este faz gerar a ocorrência de *etchplanos*, que significam o aplainamento descontínuo das formas de relevo, gerado por processos geoquímicos e pedogenéticos, em áreas de clima quente e úmido. A *etchplanação* é favorecida pela erosão superficial/subsuperficial e pelo front de alteração ou de intemperismo (escoamento e erosão subsuperficial), que acontecem em relevos estáveis, ou sob a influência de “fases bioestáticas” (AB’ SABER, 1969). Alguns sintomas destes processos são o surgimento de descontinuidades superficiais no relevo e a ocorrência do saprólito.

As *formas* denudacionais consideradas neste trabalho configuram-se como abatimentos de superfície que geram pequenos degraus e, que podem ser com frequência encontradas em zonas de cisalhamento, onde as rochas estão fraturadas e possuem grande permeabilidade.

Estas feições em degrau surgem sob forma alongada de maneira arredondada ou semicircular, sendo que possuem cerca de cinquenta centímetros de altura no degrau (figura 3) e quatro metros de comprimento na ruptura (figura 4).

Fig. 3 Corte vertical o degrau de abatimento



Detalhe para altura do degrau

O termo/conceito nomeador até então utilizado, todavia, tem caráter generalizador, ao passo que uma vasta gama de feições erosivas encontradas em cabeceiras de drenagem podem ser denominadas *formas denudacionais*. Ele congrega as feições geradas pelo intemperismo químico e erosão subsequente em cabeceiras de drenagens. Neste sentido, o uso do termo *formas denudacionais*, é adequado para indicar a ocorrência dos processos geradores (intemperismo e erosão), mas não para nomear as feições deles decorrentes. No presente caso,



a feição escolhida para estudo foi o *degrau de abatimento* e a metodologia foi baseada em análises químicas, sedimentares e espaciais.

Fig. 4 Vista frontal do Degrau



Detalhe para o comprimento da ruptura

4. Pequena revisão sobre *degraus de abatimento*.

Do conhecimento das *formas denudacionais*, surgiu à necessidade de nomear mais precisamente as feições e processos erosivos e intempéricos aparentemente gerais que vinham sendo estudados pelo grupo de pesquisa. Sendo assim, a motivação para conhecer melhor o significado da nomenclatura *degraus de abatimento*, permitiu entender alguns conceitos a ela relacionados e sua etimologia.

A toponímia *degrau de abatimento* começou a ser utilizada a partir da visualização de feições possivelmente geradas por estes processos erosivos, o que torna o estudo também empírico. De outra maneira, esta nomenclatura vem sendo utilizada pelos geólogos e engenheiros, mesmo que genericamente, e carrega o sentido de feição de instabilidade em taludes, a quais, quando visualizadas, oferecem indícios da ocorrência de escorregamentos de massa.

Há uma diferença de entendimento ou de significado na utilização do termo *degrau de abatimento*. Enquanto o presente grupo de pesquisa utiliza este termo para nomear uma feição, que é resultado de lento processo de intemperismo químico, os geólogos e engenheiros em geral, o utilizam para explicar um deslocamento ou micro escorregamento de terra, dado a partir da saturação do solo pela água, ou seja, um processo rápido, às vezes de algumas horas. vide Cerri e Amaral (1998).



Mesmo assim, há uma relação entre os dois significados aqui identificados no emprego do termo *degraus de abatimento*, ao passo que, mesmo diferentes, são relativos a indícios de processos erosivos. De um lado, indícios da ocorrência de rebaixamento por intemperismo químico, de outro, indícios de escorregamentos de massa por saturação do solo.

Pode-se considerar o presente estudo, como uma tentativa de explicação ao termo que é relacionado ao processo erosivo/intempérico e a sua forma subsequente, o que anula maiores preocupações com a existência de outros significados correlacionados a esta toponímia. Sendo assim, é bom lembrar que a cabeceira de drenagem, suas peculiaridades erosivas e a rugosidade da superfície do substrato rochoso são condicionantes para a ocorrência dessas formas. A mesma relação não pode ser feita com as diferenças mineralógicas de cada rocha.

4.1 Etimologia do termo

A presente proposta visa gerar uma contribuição, mesmo que singela, para o enriquecimento da classificação dos degraus, considerando que sua existência em superfície é dada pelo processo de intemperismo químico. Mesmo sabendo que o estudo em uma só área não seja ideal para tal objetivo, acredita-se pertinente algum esclarecimento sobre seu significado.

Guerra (GUERRA E GUERRA, 1997:185) conceitua *degrau* como sendo um termo utilizado na descrição física de uma paisagem, que pode significar abrupções do relevo produzidos por falhas, rebaixamentos residuais que são causados pela erosão diferencial, escarpamento ou quebra na continuidade do perfil longitudinal de um rio, com a formação de salto, entre outros. E coloca, por fim, que “o topônimo *degrau* adquire sentido genético e explicativo, numa descrição de paisagem física, (somente) quando seguido de um qualitativo”.

Contudo, o único qualitativo citado por este autor, no mesmo dicionário, refere-se ao degrau de falha, que é estrutural ou tectônico. Nenhuma referência é feita a degraus causados por processos erosivos/sedimentares, mesmo que estes possam ser conformados também pela neotectônica.

Desta forma, foi feita uma busca etimológica para a construção do termo, na tentativa, mesmo que singela, de integrar um qualitativo ao topônimo *degrau*. O verbo abater, segundo o dicionário etimológico de A.G. Cunha (1994:185) significa derrubar, prostrar, fazer cair, e



origina-se do termo *abbat(u)êre* que é do latim tardio do século XIV. Este termo teve algumas derivações, como abatido, séc. XIV e abatimento no séc. XV.

Mas, o significado que melhor se encaixa à presente preocupação é o contido no dicionário Aurélio, onde abater carga também o sentido de fazer perder a resistência, ou retirá-la e calcar-se (a terra), fazendo-a abaixar por efeito de chuva (FERREIRA, 1999:6).

Para explicar o presente processo geomorfológico, o termo degrau, somado ao qualitativo abatimento, pode significar a formação de abruptos ou rebaixamentos do relevo, que lembram a forma de degraus. Sua ocorrência é facilitada por falhas ou discontinuidades sub-superficiais na rocha, que promovem a intensificação do escoamento subsuperficial diferencial e em forma de funil, implicando em aumento de processos relacionados ao intemperismo (químico) e lixiviação concentrados, fazendo gerar a perda de resistência do solo e seu rebaixamento.

5. Materiais e métodos

A base metodológica do projeto foi concebida com o intuito de mensurar a participação do intemperismo químico na ocorrência das formas aqui consideradas. Três frentes metodológicas foram pensadas, a fim de investigar a gênese dos degraus, todas dependentes do trabalho de campo. A primeira estuda o **espaço** e os **processos** enquanto macroformas, a partir da observação em campo e do trabalho com imagens de satélite, cartas e fotos aéreas, para gerar mapeamentos de caracterização geomorfológica. A segunda abarca a **análise sedimentológica** das fácies da forma (microformas), para desvendar a configuração do paleoambiente de deposição e intemperismo e sua influência sobre o ambiente atual. Já a terceira, se baseia na **análise química** de águas de chuva, sub-superficiais e dos mananciais associados, com a intenção de identificar quais os minerais que são carreados pela lixiviação e em que grau, desvendando o processo intempérico causador das feições.

Devido à escassez de recursos não foi possível desenvolver a análise química das águas e dos sedimentos superficiais, que era tida como a principal parte da metodologia, tal é a importância dada ao intemperismo químico na hipótese considerada. Foi necessário usar a imaginação. A análise sedimentológica poderia também permitir uma leitura, mesmo que genérica, da perda de elementos químicos do solo para água. A preocupação, portanto, se voltou para o estudo das tendências da quantidade de argilo-minerais que poderiam existir



naquele solo e sua comparação com a distribuição desses sedimentos em cada estrato individualizado dos testemunhos coletados.

5.1 Da análise espacial

No trabalho de campo, pode-se observar a distribuição espacial dos degraus de abatimento, e em que setores ou compartimentos do relevo ocorrem. Para identificar estes compartimentos está sendo feito mapeamento Geomorfológico. Para tanto, estão sendo utilizadas imagem de satélite LANTSAT TM5, fotografias aéreas e carta topográfica que abarcam a bacia em questão. O processamento é feito com o software Idrisi 3.2 (Clark labs, 1998) e correlatos (cedidos pelo Centro de Sensoriamento Remoto/UFRGS).

Além disso, em uma imagem de satélite LANTSAT TM5, que abarca a área em questão, aplicou-se técnicas de realce como: Operações Aritméticas (divisão de bandas pré-determinadas do espectro eletromagnético) e Componentes Principais, que permite a individualização das características espectrais dos alvos. Ambos procedimentos na imagem auxiliam na verificação de áreas onde há maior presença de minerais ferruginosos ou argilosos através do software ENVI 3.2 (cedido pelo departamento de Geodésia/UFRGS).

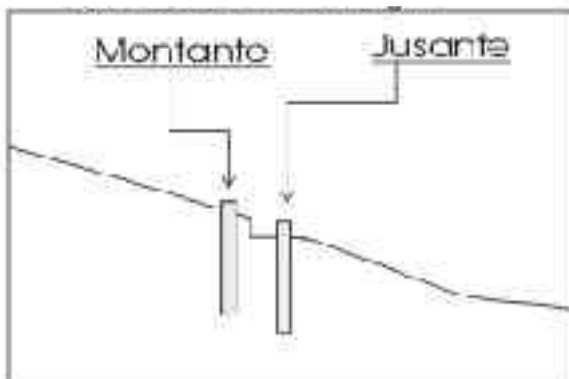
5.2 Da análise sedimentológica

O trabalho está em andamento e a metodologia é dividida em fases interdependentes. Em campo foram coletados 4 (quatro) testemunhos de sedimentos superficiais, em 2 (dois) pontos de coleta, a jusante e a montante dos degraus de abatimento. Veja a disposição dos testemunhos na **figura 5**. Em laboratório os testemunhos estão sendo submetidos à análise sedimentológica, que é dividida nas análises macroscópica, granulométrica, morfoscópica, mineralógica e de composição química dos sedimentos.

Para a análise macroscópica se utilizou métodos de diferenciações de textura, agregação e cor dos sedimentos, segundo Goddar (1975); a análise granulométrica foi feita a partir de técnicas de separação de sedimentos finos por pipetagem e grossos por peneiramento, com as técnicas de Stokes, 1851 e Wentworth, 1922 & Krumbein, 1934, citadas por Suguio (1973); a análise morfoscópica é feita a partir da identificação de arredondamento, esfericidade e textura dos grãos, segundo Bigarella (1955), e a mineralógica é desenvolvida a partir da diferença de densidade dos minerais, segundo as técnicas de Krumbein & Pettijohn (1938).



Fig. 5. Corte vertical o degrau de abatimento
Detalhe para altura média



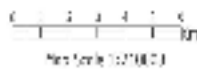
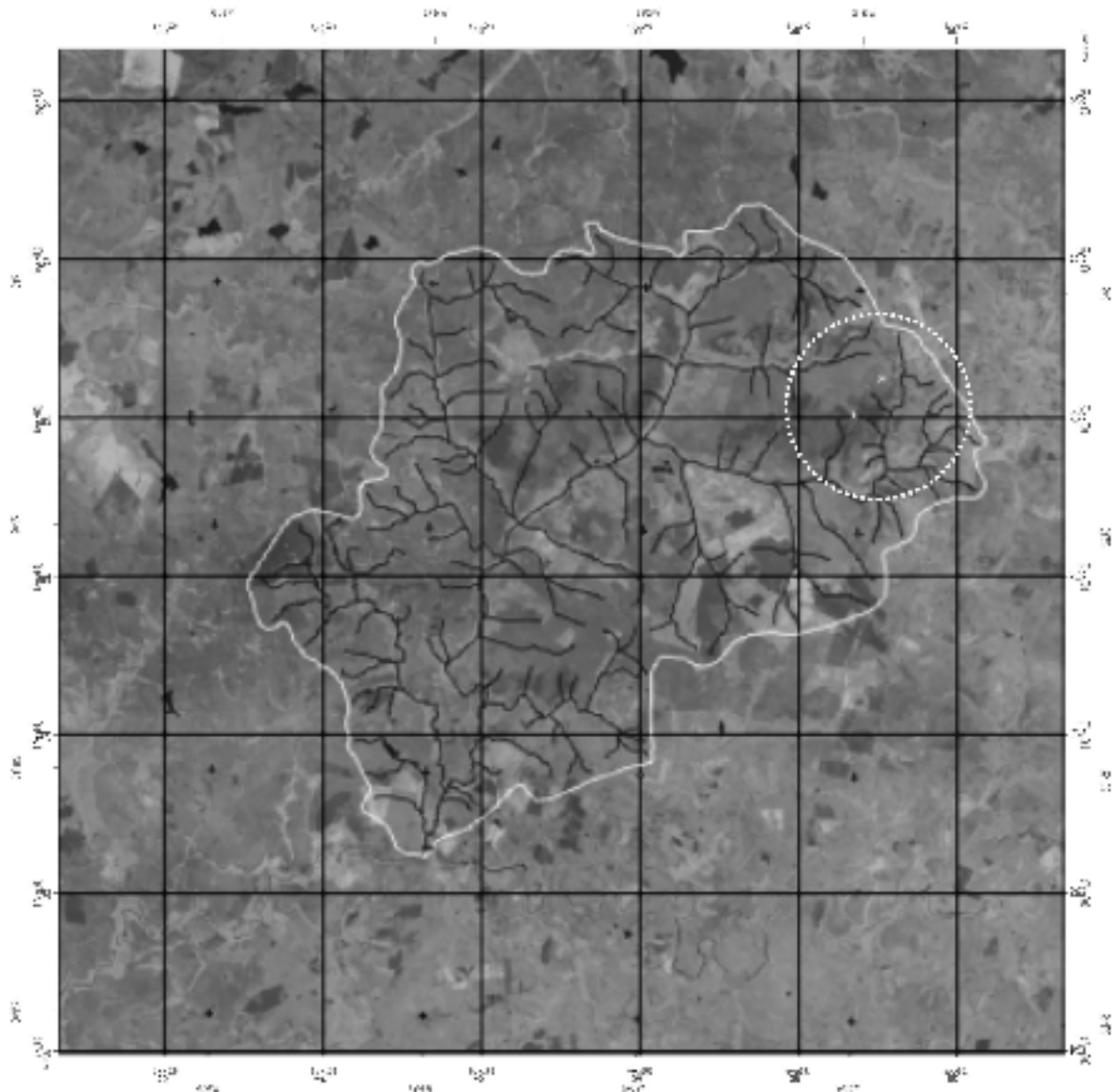
6. Resultados

A análise espacial ainda não foi concluída, mesmo assim, a relação entre os minerais identificados e o processamento de imagens digital no software ENVI 3.2 resultou em uma carta imagem que diferencia áreas ricas em ferro e em argila e que auxilia nas interpretações pretendidas. Veja a **carta imagem** e nela, em detalhe, a área/cabeceira de drenagem escolhida para estudo. Observe a distribuição de áreas ricas em ferro e argila e a localização dos pontos de coleta/degraus de abatimento. As informações desta carta imagem corroboram as constatações de campo onde foi observado que o terreno do ponto de coleta de número 1 (um) é mais arenoso e aparenta maior fragilidade que o terreno do ponto de coleta de número 2 (dois), que possui solo mais úmido.

Da macroscopia, resultou a representação estratigráfica dos testemunhos, que permitiu a coleta de 15 (quinze) amostras representativas dos estratos. Observe, no **gráfico 1**, as diferenças entre os dois pontos de coleta e a existência de concreções ferruginosas na base do ponto 2 (dois) Montante. Na granulometria, a análise das amostras individualizadas resultou em tabelas e gráficos de frequência simples dos percentuais de composição sedimentar. Veja, no **gráfico 2**, a representação do percentual de elementos finos contidos em cada estrato. Observe o comportamento decrescente dos percentuais de Montante para Jusante e de superfície para base (este no ponto 1) do testemunho.



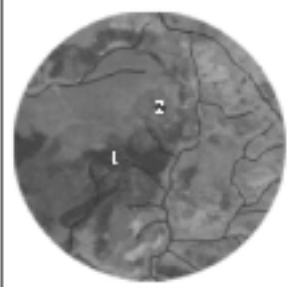
Carta Imagem - Bacia do arroio Puitã



Projeção: UTM, Fuso 23, Hemisfério Sul
Resolução: 25 Metros
Datum: UTM
Escala: 1:27000



Características sedimentares no recorte



- P1**
Sedimentos ricos em fimo
- P2**
Sedimentos ricos em argila



Interpretações seguras dos processos estudados, somente serão possíveis após o cruzamento dos dados resultantes das fases propostas na metodologia, apesar disso a diminuição do percentual de argilo-minerais de jusante para montante e da superfície para base nos testemunhos, indica que os *degraus de abatimento* podem estar relacionados à quebra das ligações ferro-argila que é gerada pelo intemperismo químico e pelo carreamento de argilo-minerais.

Desta forma, os *degraus* também indicam a existência de uma erosão diferencial, que pode ser favorecida por descontinuidades estruturais na rocha, que causam o aumento de lixiviação em pontos isolados no solo (VITTE, 2001). Além disso, a presença de concreções ferruginosas na base-montante de um dos testemunhos indica evidências da laterização do solo e da formação de carapaças ferruginosas, que, processualmente, podem vir a corroborar a hipótese.

Neste sentido, a carta imagem resultante do processamento de imagens, desmente qualquer relação causal entre áreas frágeis e os degraus de abatimento. Estes podem ocorrer em qualquer área de cabeceira, desde que existam condições favoráveis à ocorrência de intemperismo químico, nos moldes citados neste trabalho. Na verdade, a visualização da carta imagem pode demonstrar uma relação entre a distribuição de áreas mais ricas em ferro ou em argila e as especificidades do relevo local, que é caracterizado pela presença de feições cuestasiformes, ou de patamares. Assim, o estudo das cartas imagens, que demonstram a espacialização de minerais em superfície, abre uma possibilidade para afirmar os resultados de processos de intemperismo estudados, podendo auxiliar, até mesmo, na identificação de áreas mais susceptíveis a fragilização do solo e processos denudacionais correlatos, como ravinamentos ou voçorocamentos.

Os objetivos não foram atingidos com plenitude e a principal metodologia proposta, a análise química de águas e sedimentos superficiais, não foi aplicada por falta de recursos. Mesmo assim, a proposta inicial do grupo de pesquisa e deste trabalho em si está sendo colocada em prática, ou seja, esse **exercício científico**, dentro de suas limitações, está contribuindo para o conhecimento da **gênese dos *degraus de abatimento*** e de processos e feições correlatas.

8. Bibliografia



- AB' SABER, A N. Participação das superfícies aplainadas do Rio Grande do Sul. USP/IG. São Paulo, 1969.
- BIGARELLA, J.J. *et alli*. Textura superficial dos grãos em areias e arenitos (contribuição à metodologia). Arq. Biol. Tecn. Curitiba, 1955.
- FERREIRA, Aurélio B.O. Novo Aurélio Século XXI: O dicionário da Língua Portuguesa / Aurélio Buarque de Holanda Ferreira – 3.ed. Totalmente revista e ampliada. – rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
- GUERRA, A.T. e GUERRA, A.J.T. Novo Dicionário Geológico – Geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997. 652p: il.
- GODDARD, C; *et al* Rock Color Chart. The Geological Society of America, Boulder, Colorado, Reprinted (1975).
- KRUMBEIN, W.C. e PETTIJOHN, F.J. Manual of sedimentary petrography. Appleton-Century-Crofts, Inc. New York, 1938.
- MESCERJAKOV P. Les concepts de morphostructure et morphosculture. In: Annales de Géographie n° 423 FRA, 1968.
- NUNES, J.O.R. Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para a construção de aterro sanitário em Presidente Prudente. Tese de doutorado. Presidente Prudente: [s.n], 2002., 209p.
- ROSS, J.F.S. O registro cartográfico dos fatos Geomorfológicos e a questão da Taxonomia do Relevo. In: Revista do departamento de Geografia, 6, FFLCH/USP, 1992.
- SUERTEGARAY, D.M.; Deserto Grande do Sul: Controvérsias. 2º edição revisada e ampliada, 1-108, Porto Alegre, editora da UFRGS, 1998.
- SUGUIO, K. Introdução à Sedimentologia. São Paulo, Editora da Universidade São Paulo, 1973.
- VITTE, A.C. Considerações sobre a teoria da Etchplanação e sua aplicação nos estudos das formas de relevo nas regiões tropicais quente úmidas. *in*: Revista Terra Livre n° 16 – Paradigmas da Geografia/parte I, 2001.
- CERRI, L. E. S.; AMARAL, C. P. 1998. Estabilidade de Taludes. In: GEOLOGIA DE ENGENHARIA, Oliveira, A. M. S.; Brito, S. N. A. (editores). São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia. p.301-330. (ver especialmente a tabela da página 306)