

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

EDILCE DO AMARAL ALBREZ

**GEOTECNOLOGIAS E CONTROLE ESTRUTURAL
SOBRE A DRENAGEM**

CAMPO GRANDE
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO
E GEOGRAFIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIAS AMBIENTAIS

EDILCE DO AMARAL ALBREZ

**GEOTECNOLOGIAS E CONTROLE ESTRUTURAL
SOBRE A DRENAGEM**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, na área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho

Aprovada em:

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho
Orientador - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Profa. Dra. Ana Paula C. Araújo
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Campo Grande, MS.
2013

FICHA CATALOGRÁFICA

DEDICATÓRIA

A minha família, que soube compreender a minha ausência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido a realização de um grande sonho, que foi almejado por mais de 15 anos!!!

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Antonio Conceição Paranhos Filho (Toni), pela sua amizade, confiança e paciência.

A banca formada pelo Prof. Dr. Vitor Matheus Bacani e pela Profa. Dra. Ana Paula C. Araújo, pela sua compreensão e amizade.

A Profa. Dra. Edna Maria Facincani (UFMS/Aquidauana) pelas referências e discussões.

Ao Prof. Dr. Alexis Nummer (UFRRJ) pelos ensinamentos em campo, pela ajuda na análise dados coletados e pela amizade construída.

A equipe do Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais (Vinicius Ribeiro, Marcela Iorio, dentre outros) pelos ensinamentos.

Aos amigos Camila Leonardo Mioto, Ana Paula Garcia, Alisson Ribeiro, Alexandre Lajo, Alesandro Copatti e Thais Torres, pelas dicas e sugestões.

A empresa Zamir Geotecnologia, representados pelos Sr. Heitor Martins e o Sr. Zamir, pelo auxílio na locação de DGPS/GPS.

A CAPES pela bolsa de mestrado cedida para a realização da pesquisa; ao Sindicato Rural de São Gabriel do Oeste e a Fundação de Desporto de São Gabriel do Oeste (Fundesg), em especial ao Sr. Alex Marcel Melotto e a Sra. Idione Maria Perin, pelo apoio na realização dos campos.

Aos meus familiares pelo apoio e compreensão nos momentos de ausência; ao Moacir Sallet pelo companheirismo e amor; e as “crianças caninas”, Zeus e Baleia por existirem.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	4
AGRADECIMENTOS	5
SUMÁRIO	6
LISTA DE FIGURAS	7
RESUMO	8
INTRODUÇÃO GERAL	9
IDENTIFICAR A EXISTÊNCIA DE CONTROLE ESTRUTURAL NA DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL DO OESTE/MS.	11
Resumo	11
INTRODUÇÃO	11
OBJETIVO	11
MATERIAL E MÉTODO	11
3.1 Área de Estudo	11
3.1.1. Geologia	14
3.1.2. Geomorfologia	15
3.1.3. Drenagem	18
RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
ANÁLISE DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE OS EIXOS DE VOÇOROCAS COM AS MORFOESTRUTURAS DO RELEVO, UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO	23
Resumo	23
INTRODUÇÃO	23
OBJETIVO	23
MATERIAL E MÉTODO	23
3.1 Área de Estudo	23
3.1.1. Extração dos Eixos das Voçorocas	28
3.1.2. Fotointerpretação dos Lineamentos Estruturais	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	31

CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização do Município de São Gabriel do Oeste/MS	13
Figura 2	Hidrografia de São Gabriel do Oeste/MS. Em preto o limite do município; em azul a hidrografia extraída das folhas de Coxim e Camapuã (adaptado de Paranhos Filho, 2000)	19
Figura 3	Rosetas geradas da fotointerpretação dos lineamentos extraídos da Bacia do Pantanal, com direções NS, NE e NW (Paranhos Filho <i>et al.</i> , (2013))	20
Figura 4	No diagrama de roseta da drenagem ordem dois observa-se 3 direções bem marcadas, uma quase leste-oeste, outras duas: NE, N, além de uma provável N-S. Isto é coerente com o modelo de Paranhos Filho <i>et al.</i> , (2013)	20
Figura 1	Localização do Município de São Gabriel do Oeste/MS.	27
Figura 2	Em amarelo estão as áreas selecionadas para a vetorização das voçorocas. Em preto é o limite do Município de São Gabriel do Oeste/MS e em azul a hidrografia. (Google 2013)	29
Figura 3	Em amarelo estão os vetores extraídos de uma propriedade rural do Município de São Gabriel do Oeste/MS	30
Figura 4	Em vermelho é o limite do município. Em amarelo os lineamentos fotointerpretados da imagem <i>Landsat 7</i>	31
Figura 5	No diagrama de roseta dos lineamentos fotointerpretados da imagem de satélite <i>Landsat 7</i> , observa-se duas direções preferenciais: quase E-W e NE	32
Figura 6	No diagrama de roseta dos eixos das voçorocas observa várias direções	32
Figura 7	Rosetas geradas da fotointerpretação dos lineamentos extraídos da Bacia do Pantanal e de seu entorno (Paranhos Filho <i>et al.</i> , 2013)	33

RESUMO

ALBREZ, E. A. (2013). Geotecnologias e controle estrutural sobre a drenagem. Campo Grande, 2013. 60p. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

A presente dissertação foi realizada no Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais (PGTA) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e tem como área de estudo o Município de São Gabriel do Oeste/MS. O principal objetivo foi a utilização da geotecnologia na caracterização do controle estrutural sobre a drenagem do referido município, resultando em dois artigos a serem publicados em revista científica. No primeiro artigo foram vetorizados os eixos dos processos erosivos, identificados a partir da ferramenta do Google Earth. Após a vetorização foram gerados diagramas de rosetas para ver se os mesmos exibiam elementos que apontassem para um controle estrutural sobre as voçorocas. No segundo artigo foram fotointerpretados os lineamentos estruturais com base na imagem de satélite *Landsat 7*, órbita ponto 225/73, banda pancromática adquirida do GLCF (*Global Land Cover Facility*) e relacionando suas direções preferencias com a drenagem do município em questão, com a finalidade de compreender a relação do sistema de drenagem com o controle estrutural.

Palavras-chave: voçoroca, lineamento estrutural, drenagem, sensoriamento remoto.

ABSTRACT

This work was performed in the Graduate Program in the Federal University of Mato Grosso do Sul Environmental Technologies (PGTA) program and its study area the Municipality of São Gabriel do Oeste/MS. The main objective was the use of geotechnology in characterization of structural control on the drainage of said municipality, resulting in two articles to be published in a scientific journal. In the first article the axes of erosion, identified from the tool Google Earth were vectorizes. After vectorization diagrams rosettes were generated to see if they exhibited elements that points toward the structural control of the gully. In the second article the structural lineaments were photointerpreted based on satellite image Landsat 7 orbit point 225/73, the panchromatic band gained GLCF (Global Land Cover Facility) and relating their preferences directions with the drainage of the municipality in question, in order to understand the relationship of the drainage system with structural control.

Keywords: gully, structural lineament, drainage, remote sensing.

INTRODUÇÃO GERAL

A presente dissertação foi realizada no Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais (PGTA) oferecido pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, tendo como principal objetivo a utilização de geotecnologias na caracterização do controle estrutural sobre a drenagem no Município de São Gabriel do Oeste/MS.

A unidade morfoescultural da Chapada de São Gabriel compreende a Região dos Chapadões Residuais da Bacia Sedimentar do Paraná, caracterizada como uma extensa superfície pediplanada que possui posição geográfica individualizada, visto que se ressalta em meio a um relevo mais rebaixado e dissecado. A Chapada destaca-se pela dominância de modelados planos, com altitude média de 700 metros. A unidade é delimitada em quase toda a sua volta por escarpas erosivas estruturais ressalto topográficos decorrentes da presença de rochas eruptivas da Formação Serra Geral. O relevo é esculpido em litologias da unidade Edafoestratigráfica Detrítico-Laterítica sobre as quais desenvolvem-se Latossolos Vermelhos álicos (apud Bacani (2010) SEPLAN-MS, 1990).

A degradação das águas superficiais está relacionada principalmente com a falta de condições de saneamento, desmatamento, disposição inadequada de resíduos sólidos, os despejos urbano-industriais, a mineração e o uso de insumos agrícola.

Conforme Borba (2002) no Cerrado de Mato Grosso do Sul implementou-se uma moderna e intensiva agricultura, retirou-se a cobertura florestal, reduzida a menos de 20% da cobertura nativa, implicando em alterações ambientais, que estão influenciando na degradação de solos e recursos hídricos, ocasionando, inclusive, a redução da produtividade agrícola e da qualidade de vida da população. Acarretando ainda o surgimento de erosões (eólica, laminar e linear - voçorocas).

Para Pagotto *et al.*, (2006) os sistemas hídricos são vulneráveis às alterações resultantes do uso inadequado da terra, em alguns casos com danos irreversíveis.

Considerando este aspecto e que a economia do município de São Gabriel do Oeste baseia-se principalmente na agropecuária: produção de cereais, pecuária de corte e a suinocultura, todas as medidas paliativas sobre impactos e formas de recuperação de recursos hídricos terão resultado positivo ao município.

Todos os impactos ambientais sobre as propriedades, sejam eles positivos ou negativos, incidem diretamente nos lucros obtidos. Todo passivo ambiental comporta-se como

um incrementador de custos em termos de recuperação de uma área alterada ou até na aquisição de novas áreas para compensação, tornando a preservação ambiental uma questão de sobrevivência para os empreendimentos rurais em todo o Brasil.

No tocante a técnicas modernas de análise ambiental, o emprego das geotecnologias torna-se cada vez mais rotineiro, reduzindo custos e tempo (Paranhos Filho *et al.*, 2008). A utilização das Geotecnologias para a solução de questões poderá facilitar a análise ambiental e a gestão dos recursos naturais da região de estudo.

Assim, a geração de um sistema de informações geográficas (SIG) da área de estudo fornecerá uma ferramenta de decisões que permitirá um melhor planejamento das ações de recuperação dos problemas identificados.

ANÁLISE DO CONTROLE ESTRUTURAL SOBRE A DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL DO OESTE/MS.

Albrez, E. A.¹; Paranhos Filho, A. C.¹

¹ Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - CEP:79070-900- Campo Grande- MS - Telefone: (67) 3345-7495. E-mail: edilce.albrez@gmail.com; antonio.paranhos@pq.cnpq.br.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo identificar a existência de controle estrutural na drenagem de segunda ordem do Município de São Gabriel do Oeste/MS. O estudo consistiu na confecção de diagramas de rosetas dos vetores da drenagem de segunda ordem, onde observa-se três direções bem marcadas, uma quase leste-oeste, outras duas: NE, N, além de uma provável N-S. Isto é coerente com o modelo de Paranhos Filho *et al.*, (2013). Os resultados apresentaram evidências de controle estrutural no ordenamento das drenagem no Município de São Gabriel do Oeste/MS. Considerando a idade de implantação da rede de drenagem (Terciário), pode-se sugerir a influência de processos neotectônicos.

Palavras-chave: drenagem, controle estrutural e neotectônica.

Abstract

This study aimed to identify the existence of structural control on the drainage of the second order of São Gabriel do Oeste / MS. The study consisted of making diagrams rosettes Vectors drainage of second order, where there is well-marked three directions, a nearly east-west, two other NE, N, plus a probable NS. This is consistent with the model of Paranhos Filho *et al.*,

(2013). The results showed evidence of structural control on the drainage system in the municipality of São Gabriel do Oeste / MS. Considering the age of implantation of the drainage network (Tertiary), may suggest the influence of neotectonic processes.

Keywords: drainage, structural control and neotectonics.

1. INTRODUÇÃO

A análise de bacias de drenagem, combinada com dados de sensoriamento remoto e cartográficos, fornece informações significantes para o reconhecimento de lineamentos morfoestruturais e para a detecção de feições tectônicas com expressão na paisagem atual.

As formas de relevo representam a expressão espacial de uma superfície, compondo as diferentes configurações da paisagem morfológica. É o seu aspecto visível, a sua configuração, que caracteriza o modelado topográfico de uma área. Essas formas foram esculpidas pela ação de determinado processo ou grupo de processos (Christofoletti, 1980).

Tratando-se às forças exógenas que atuam como modeladores do relevo, os cursos d'água possuem papel fundamental, constituindo processo morfogenético dos mais ativos na esculturação da paisagem, controlando a formação e o comportamento mecânico dos mantos de intemperismo e rocha (Christofoletti, 1980; Silva, 2009).

A geomorfologia fluvial é uma subdivisão da geomorfologia, que procura analisar as bacias hidrográficas, considerando suas principais características que, por sua vez, condicionam o regime hidrológico, a análise dos cursos de água que contempla os processos fluviais e as formas resultantes do escoamento das águas (Cunha, 2001).

2. OBJETIVO

Identificar a existência de controle estrutural sobre a drenagem no Município de São Gabriel do Oeste/MS, através da análise de afluentes de segunda ordem.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Área de Estudo

O Município de São Gabriel do Oeste/MS com uma área de 3.864,696 km² (IBGE, 2010), está localizado em áreas elevadas do bioma Cerrado, na Microrregião Geográfica do Alto Taquari, no centro norte do Estado de Mato Grosso do Sul, no Centro Oeste brasileiro, entre as latitudes 18°40'00"S e 19°35'00" e longitudes 54°10'00" e 54°50'00" (Figura 01).

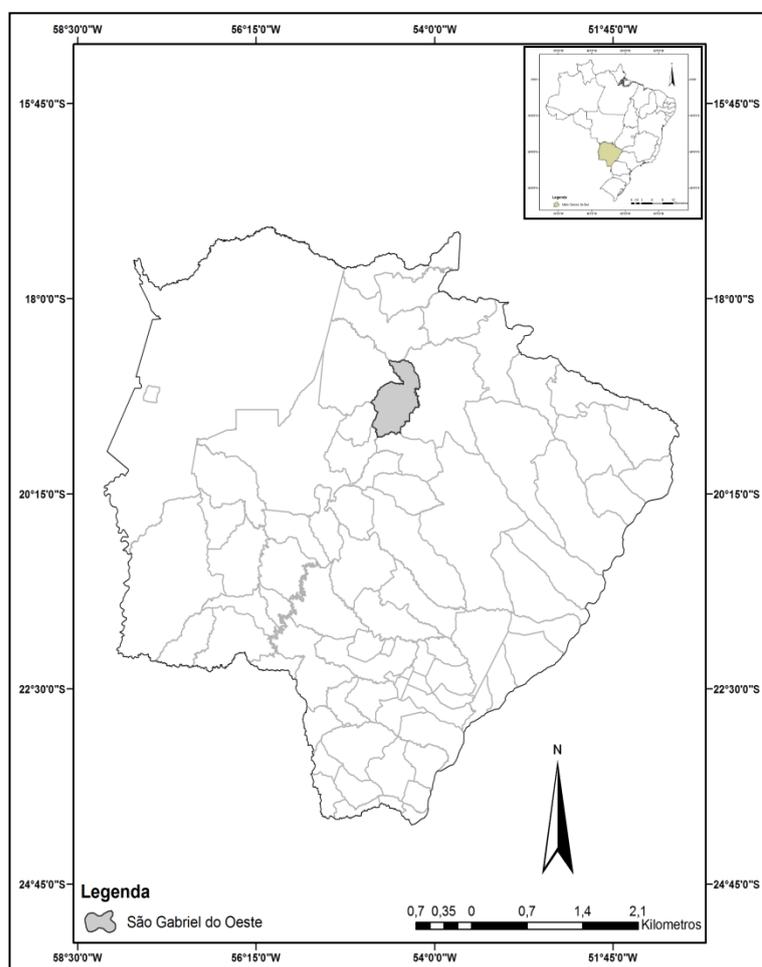


Figura 01: Localização do Município de São Gabriel do Oeste/MS.

Seus limites são: ao Norte - Coxim; a Leste - Camapuã; ao Sul - Bandeirantes e Corguinho; e a Oeste e Noroeste - Rio Verde de Mato Grosso do Sul e Rio Negro. Possui uma

população de 22.203 habitantes, concentrada na sede municipal e nos distritos de Ponte Vermelha e Areado (IBGE 2010).

No setor econômico, o município se destaca na produção de suínos, de milho, de soja e de estruticultura. A produção de sorgo foi a segunda maior do país (IBGE, 2006).

3.1.1 Geologia

O arcabouço geológico de Mato Grosso do Sul está constituído por três unidades geotécnicas distintas: Plataforma (Cráton) Amazônica, Cinturão Metamórfico Paraguai-Uruguaí e Bacia Sedimentar do Paraná. Sobre estas unidades geotectônicas são visualizados dois conjuntos estruturais, bem definidos nas imagens de radar, fotografias aéreas e imagens *Landsat*: o primeiro diz respeito às estruturas localizadas em terrenos pré-cambrianos, e o segundo àquelas dispostas em terrenos fanerozóicos.

O conjunto mais antigo, relacionado ao Pré-Cambriano refere-se às rochas do complexo do Rio Apa, Grupo Amoguijá, Suíte Intrusiva Alumiador e grupos Cuiabá, Jacadigo e Corumbá. Estas unidades exibem estruturas dobradas e falhadas; reflexos dos esforços compressivos e de tensão que experimentam. O comportamento desigual das estruturas sugere que os fenômenos tectonorogênético agiram em diversas fases, atuando de maneira desigual sobre as diferentes litologias no tempo e no espaço. O Complexo do Rio Apa constitui-se no embasamento, exibindo metamorfismo na fácies anfíbolito e foliações predominantes segundo NNE e NNO, mergulhando para SE e NE respectivamente. O Grupo Amoguijá exhibe tectônica ruptural, que cisalham energeticamente as vulcânicas ácidas que o constituem. Os granitóides que compõem a Suíte Alumiador, mostram tectônica semelhante, com falhas preferenciais orientadas para NNO-SSO, onde é significativa a presença de rochas catacladas. Apófises destas intrusivas são responsáveis por estruturas circulares, observadas no franco oeste da Serra da Bodoquena e parcialmente recobertas pelas rochas cabornatadas do Grupo Corumbá. O Grupo Cuiabá representa a sedimentação mais antiga Geossínclino Paraguai, ocupando suas porções mais internas. Metamorfisado na fácies xistos verde exhibe padrão de dobramento com eixos caindo para NO, numa sucessão de anticlinais e sinclinais, eventualmente inversos e fechados consoante esforços compressivos orientados de leste para oeste. As rochas que predominam na unidade – xistos e filitos - exibem duas xistosidades bem caracterizadas, evidenciando pelo menos duas fases de dobramentos. A xistosidade S2 crenula

e transpõe a S1, mascarando-a frequentemente. Na borda ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná, o Grupo Cuiabá está estruturado segundo uma longa faixa de espessura variável, orientada para a direção NNE-SO, acompanhando o nível de meia encosta das serras. Plutões graníticos estão introduzidos nos metamorfitos Cuiabá, com metamorfismo de contato e de presença de hornfels. O Grupo Jacadigo tem suas principais exposições localizadas nas adjacências de Corumbá e na região das grandes lagoas, ao longo da fronteira Brasil-Bolívia. Suas rochas estão dobradas e seccionadas por falhas indiscriminadas, destacando-se padrões orientados para N-NO. Na região da Baía Vermelha é anotada a presença de estrutura dômica. As rochas cabornatadas que compõe o Grupo Corumbá experimentam esforços de compressão, evidenciados sob a forma de diferentes falhas, dobras e fraturas. Os falhamentos mais importantes orientam-se segundo NNO e NNE, com mergulhos geralmente apontando para NE e SE, respectivamente. Nas zonas mais tectonizadas é comum a presença de faixas de cataclásticas e silificação das rochas cabornatadas, com presença de vênulas preenchidas por calcita e sílica. Na banda oriental da serra da Bodoquena as dobras são mais acentuadas, assimétricas, orientando-se submeridianamente com flancos invertidos e mergulhos atingindo 50°. As fraturas são comuns, exibindo padrão retilíneo normalmente direcionado para NE-SO. Um aspecto estrutural importante do Grupo Corumbá diz respeito à feição cárstica que esta unidade apresenta, com frequente presença de grutas, cavernas, dolinas e drenagens subterrâneas.

As feições lineares observadas nos sedimentos fanerozóicos da Bacia Sedimentar do Paraná, representam o segundo conjunto estrutural observado no Mato Grosso do Sul. Constituído da borda oeste da referida Bacia, as unidades litoestratigráficas que a compõem, dispõem-se segundo marcante horizontalidade e subhorizontalidade, com suaves mergulhos para a zona central da Bacia. As feições lineares estão definidas por falhas e fraturas, com abatimento basculado de blocos e eventual formação de grabéns e horsts, gerados por movimentos verticais impostos às rochas. Este quadro caracteriza uma tectônica rígida, identificada com o modelo de germanótipo. Houveram ainda três fases de basculamento, onde a última e mais importante teria ocorrido “após a deposição dos arenitos eólicos da Formação Botucatu, antes e depois das efusivas da Formação Serra Geral.” É interessante observar que o Grupo Cuiabá e as Intrusivas Ácidas Cambro-Ordovicianas apresentam direções rupturais, semelhantes às observadas na Bacia Sedimentar do Paraná, acreditando-se que estas sejam geradas pela reativação de antigas linhas de fraqueza pela ação da gravidade.

3.1.2 Geomorfologia

No mapa geomorfológico do Estado de Mato Grosso do Sul, percebe-se quatro fisionomias distintas no relevo. Na parte oriental compreende um relevo alçado constituído por planaltos, patamares e chapadões inseridos na Bacia Sedimentar do Paraná. De sua borda ocidental em direção oeste, estende-se vasta superfície rebaixada recoberta por sedimentos quaternários – a região do Pantanal Mato-Grossense – e a depressão do Alto Paraguai. Em meio a essas regiões rebaixadas erguem-se relevos elevados da Bodoquena e as Morrarias do Urucum e Amolar.

Entretanto a configuração anterior do relevo era bem diferente, e de suma importância para a compreensão da atual.

A origem e a evolução das diferentes fisionomias do relevo regional acham-se intimamente relacionadas a movimentos de compensação isostática muito antigos, como o soerguimentos dos Andes, o soerguimento da Bacia Sedimentar do Paraná e o abatimento entre os dois, onde se instalou a bacia do Paraguai.

Almeida (1949) afirma que durante o Cretáceo Superior a depressão que se estende para o oeste da borda ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná não existia. Em seu lugar se encontravam terras altas, que durante muito tempo, segundo Loczy (1966), separou as duas grandes bacias, a zona “subandina” e a “Bacia Gondwânica do Paraná”. Após o Cretáceo Superior essas terras altas (complexo cristalino) sofreram afundamentos por blocos fraturados submeridionalmente, consumando-se, no Terciário Superior, o soerguimento do geossinclíneo andino. Segundo Almeida (op. cit.), esses abatimentos, aliados à facilidade de erosão encontrada nos filitos da “série Cuiabá”, proterozóica e dos sedimentos arenosos paleozóicos, permitiu que desde muito cedo se estabelecesse e rapidamente evoluísse a bacia subsequente do rio Paraguai, para constituir nível de base muito baixo que atraiu toda a drenagem da orla ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná. Acrescenta o autor que os fenômenos de abatimentos do primitivo divisor foram de tal ordem, que não permitiram superimposição da antiga drenagem que buscava o rio Paraná, vinda do oeste. Com a intensa retomada erosiva, as camadas paleozóicas mais recentes e os derrames basálticos puseram-se em destaque para

constituir as cuestras que foram atravessadas com entalhes obsequentes, provavelmente a partir de uma superfície em que elas pouco se destacavam.

Almeida (1949) num estudo sobre o relevo de cuesta da Bacia Sedimentar do Paraná informou que após seu soerguimento a bacia passou a sofrer subsidência constante ao longo do seu eixo, com o conseqüente empinamento das bordas, o que expos toda a periferia à atuação de processos de formação de cuestras. Ab'Saber (1949) refere-se a esses processos como fenômenos de circundesnudação, e acrescenta que na borda ocidental da bacia eles foram auxiliados, ao mesmo tempo que dissimulados, pela intervenção de falhas e movimentação em blocos, concomitantes ao processo de orogênese positiva que elevou o rebordo da região. De fato a borda ocidental da Bacia Sedimentar do Paraná, no trecho que se refere ao Estado de Mato Grosso do Sul apresenta-se contínua desde o limite norte do Estado até as proximidades da cidade de Aquidauana. Neste trecho, as cuestras são mantidas por arenitos Furnas. De Aquidauana para o sul, a linha de cuesta até então contínua, apresenta recuo para leste, o que leva a supor que a erosão regressiva dos canais de drenagem retirou os sedimentos do Arenito Furnas e rebaixou a área referente aos arenitos Aquidauana. A atuação continuada dos processos erosivos provocou assim recuo da escarpa até o limite dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, que pela sua resistência à erosão mantém elevada linha de cuesta, que se apresenta festonada em decorrência da presença de inúmeros cursos d'água anaclinais. Na parte norte, onde a cuesta é mantida pelos arenitos Furnas, o contato entre a borda da bacia e o Pantanal Mato-Grossense se efetua através das Planícies Colúvias Pré-Pantanal. Já na parte sul, onde a cuesta é mantida pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral, o mesmo limite se estabelece através dos Piemontes da Serra de Maracaju, que coalesce com a parte da depressão esculpida em arenitos Permo-carboníferos da Formação Aquidauana.

O reverso da cuesta é representado por uma superfície inclinada, cujas altitudes variam de 500 a 600m na borda da bacia, até 230m ao longo das planícies do rio Paraná, refletindo assim, o efeito do soerguimento da borda como conseqüência da constante subsidência que vem ocorrendo ao longo do eixo da bacia. A elaboração do relevo nos planaltos e chapadões da Bacia do Paraná, no reverso da cuesta, se deu através de processos erosivos do tipo pediplanação.

Os processos que abriram a depressão onde se instalou a bacia do Paraguai, puseram em destaque estruturas mais residentes, como a dos relevos residuais do sudoeste (serra da Bodoquena, do Papagaio, do Alumiador, etc.) e do oeste do Estado (Morrarias do Urucum-Amolar).

As elevações residuais do Mato Grosso do Sul, representadas por grande números de serras, entre elas a do Alumiador, da Alegria e do Papagaio correspondem a corpos intrusivos de natureza granítica.

Por sua vez, Almeida (1959), considerou os relevos das Morrarias do Urucum-Amolar como decorrentes de movimentação de blocos de falhas, provavelmente reativados no Terciário Superior durante o clímax da Orogenia Andina. Associa o aspecto fragmentado do relevo e esse tipo de tectônica e os considera como restos da plataforma adernada para leste e limitada a NO e SO por escarpa de linha de falha.

Os processos erosivos que se seguiam aos movimentos de abatimento de blocos, provocaram intensa dissecação nas litologias da Formação Urucum e na serra do Amolar. No Maciço de Urucum as formas são menos dissecadas em função dos jaspelitos ferruginosos que reagem à erosão como rocha dura. Caracteriza-se, assim, uma erosão diferencial no Urucum-Amolar.

3.1.3 Drenagem

A drenagem vetorializada manualmente das cartas de Coxim e Camapuã (1:100.000 Figura 02) por Paranhos Filho (2000), foram importadas para o software ArcGIS 10 (ESRI, 2010) e posteriormente, separadas em ordem de drenagem, conforme metodologia de Sthraler.

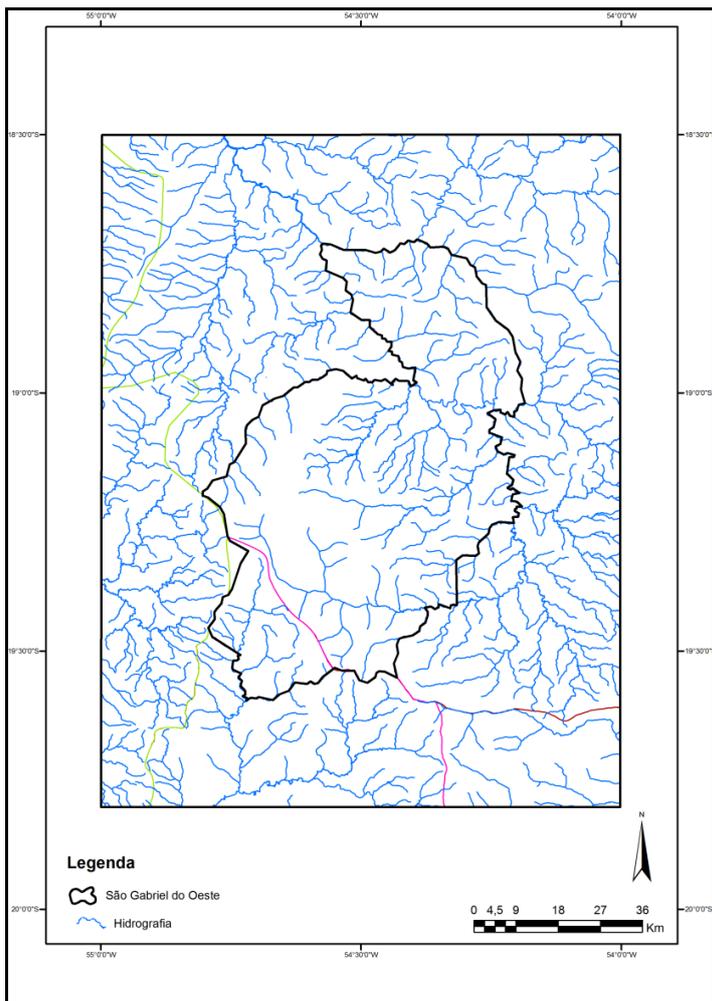


Figura 02: Hidrografia de São Gabriel do Oeste/MS. Em preto o limite do município; em azul a hidrografia extraída das folhas de Coxim e Camapuã (adaptado de Paranhos Filho, 2000).

4

1

2

3

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Paranhos Filho *et al.*, (2013) apresentam um estudo dos lineamentos estruturais extraídos manualmente a partir de imagens de satélite CBERS-2B, sensor WFI (Figura 03) da região do Pantanal e seu entorno e fazem uma comparação com os lineamentos estruturais de rochas Pré-Cambrianas e Paleozóicas que circundam a bacia Cenozóica do Pantanal. A fotointerpretação mostrou que as direções NS, NE e NW observadas no Pantanal são as mesmas registradas nas rochas mais antigas que circundam a bacia, sugerindo reativação destas mesmas direções estruturais durante o Quaternário, possuindo uma tectônica ativa e sua evolução parece estar ligada às mudanças relacionadas com a subducção Andina.

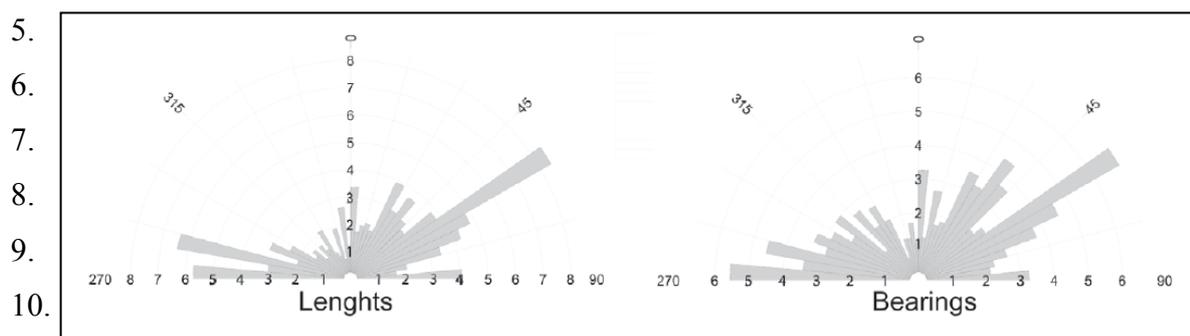


Figura 03: Rosetas geradas da fotointerpretação dos lineamentos extraídos da Bacia do Pantanal, com direções NS, NE e NW (Paranhos Filho *et al.* (2013)).

No software Rockworks 15 (RockWare, 2012) foram gerados os diagramas de rosetas da drenagem de ordem dois, conforme ilustra a Figura 04:

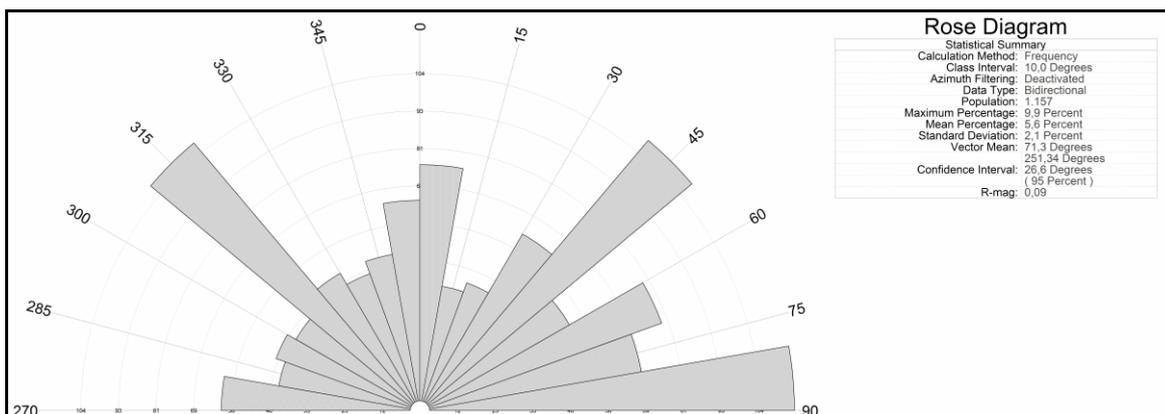


Figura 04: No diagrama de roseta da drenagem ordem dois observa-se 3 direções bem marcadas, uma quase leste-oeste, outras duas: NE, N, além de uma provável N-S. Isto é coerente com o modelo de Paranhos Filho *et al.* (2013).

Na roseta extraída da drenagem de ordem dois (Figura 05) há uma dispersão quanto a sistemas preferenciais, mas nota-se que existe uma relação entre as duas rosetas, permitindo assim, sugerir que existe um controle estrutural na drenagem do Município de São Gabriel do Oeste/MS.

5. CONCLUSÃO

Existe evidências de controle estrutural no ordenamento das drenagem no Município de São Gabriel do Oeste/MS, considerando a idade de implantação da rede de drenagem, pode-se sugerir a influência de processos neotectônicos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASF. Software ASF Map Ready, Remote Sensing Toolkit ver. 2.1.9 (8468). Fairbanks/AK: University of Alaska Fairbanks, Alaska Satellite Facility. 2008

GLCF - Global Land Cover Facility/U.S. Geological, *Landsat TM+* (Thematic Mapper Plus), Path/Row 225/073, date: 17/08/2001 site: (<http://glcf.umd.edu/index.shtml>).

IBGE. Imagem do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2) bandas 1, 2, 3 e 4. Revolução/Frame 11414/3980 de 22 de julho de 2010. Rio de Janeiro-RJ. 2010a.

IBGE. Imagem do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2) bandas 1, 2, 3 e 4. Revolução/Frame 11414/3980 de 22 de julho de 2010. Rio de Janeiro-RJ. 2010b.

IBGE. Imagem do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2) bandas 1, 2, 3 e 4. Revolução/Frame 11414/3980 de 22 de julho de 2010. Rio de Janeiro-RJ. 2010c.

IBGE. Imagem do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite) sensor AVNIR-2 (Advanced Visible and Near-Infrared Radiometer – Type 2) bandas 1, 2, 3 e 4. Revolução/Frame 11414/3980 de 22 de julho de 2010. Rio de Janeiro-RJ. 2010d.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Agropecuário, 2006. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmum= 500769&r=](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmum=500769&r=)>. Acesso em 05 de fevereiro de 2012.

PARANHOS FILHO. Análise geo-ambiental multitemporal: O estudo de caso da região de Coxim e da bacia do Taquarizinho (MS - Brasil). 2000. 213 p. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências - Universidade Federal do Paraná, PR.

MATO GROSSO DO SUL. Secretária de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas Multirreferencial. Mapas. 1990. 28p.

Zoneamento agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste, MS: referencial para o planejamento, gestão e monitoramento ambiental / Déa Sousa Assis... [et al.,]. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos: IBGE, 2003.

ANÁLISE DAS INTER-RELAÇÕES ENTRE OS EIXOS DE VOÇOROCAS COM AS MORFOESTRUTURAS DO RELEVO, UTILIZANDO SENSORIAMENTO REMOTO.

Albrez, E. A.¹; Paranhos Filho, A. C.¹

¹ Laboratório de Geoprocessamento para Aplicações Ambientais – Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - CEP:79070-900- Campo Grande/MS - Telefone: (67) 3345-7495. E-mail: edilce.albrez@gmail.com; antonio.paranhos@pq.cnpq.br.

Resumo

Este trabalho pretende compreender os processos de erosão através da análise da inter-relações dos eixos das voçorocas com os lineamentos fotointerpretados de imagem de satélite, no Município de São Gabriel do Oeste/MS. O diagrama de roseta da fotointerpretação da imagem de satélite *Landsat 7* apresentou duas direções preferenciais: quase E-W e NE. Já os eixos das voçorocas mostra uma moda para NE, permitindo assim, sugerir que existe um controle estrutural nas voçorocas do Município de São Gabriel do Oeste/MS. Existe evidências de controle estrutural na gênese dos processos erosivos no Município de São Gabriel do Oeste/MS, com direção preferencial para NE, associada ao lineamento transbrasiliiano, a atualidade das erosões lineares na mesma direção do LTB poderia ser indicativo de reativação neotectônica deste lineamento.

Palavras-chave: voçoroca, controle estrutural, neotectônica, lineamento transbrasiliiano.

Abstract

This work aims to understand the processes of erosion by analyzing the inter-relationships of the axes of the craters with photointerpreted lineaments from satellite imagery, in the municipality of São Gabriel do Oeste/MS. The diagram rosette of photointerpretation of *Landsat 7* satellite image showed two preferred directions: almost EW and NE. Have the axes

of the craters show a trend to NE, thus, suggest that there is a structural control in the gully of São Gabriel do Oeste/MS. There is evidence of structural control in the genesis of erosion in the municipality of São Gabriel do Oeste/MS, with preferred direction for NE, Transbrasiliano lineament associated with the timeliness of linear erosions in the same direction as the LTB could be indicative of neotectonic reactivation of this guideline.

Keywords: gully, structural control, neotectonic, lineament transbrasiliano.

1. INTRODUÇÃO

A degradação dos solos é considerada um dos principais problemas ambientais da atualidade. Ela está relacionada diretamente ao avanço da agropecuária, uma vez que os solos ficam desprotegidos da cobertura vegetal, o que aumenta o impacto da chuva no terreno, promovendo a remoção da camada dos sedimentos.

São Gabriel do Oeste localiza-se na região norte do Estado de Mato Grosso do Sul, possuindo 386.485 hectares sendo que esta área encontra-se na Bacia do Alto Taquari e completamente inserido no Bioma Cerrado.

O assoreamento do rio Taquari no seu baixo curso tem sido apontado como o mais grave impacto ambiental e socioeconômico do Pantanal. A causa do assoreamento do rio Taquari no Pantanal foi à intensificação dos processos erosivos na sua alta bacia, decorrentes da expansão desordenada da agropecuária, a partir de meados da década de 70 (Galdino, 2003).

Nesta região, São Gabriel do Oeste apresenta unidades topográficas e morfológicas contrastantes, constituídas pelo Chapadão (topo do planalto), escarpas marginais (região de Furnas), patamares e depressões. Somados a esses fatores estão as formas de ocupação e de exploração agrícola introduzidas por frentes migratórias provenientes do sul do país e da estrutura produtiva baseada na agricultura mecanizada de grãos e da pecuária.

A produção agroexportadora da soja é a principal atividade agrícola do município, predominando sobre outras atividades como a pecuária, agroindústria e extração mineral não metálica, com participação significativa no mercado internacional e, portanto, podendo ser afetada pelas interferências governamentais internas e externas. Esse caráter altamente especulativo da agricultura comercial promoveu a simplificação dos ecossistemas ao longo do anos, com alguns resultados indesejáveis no ecossistema do Cerrado (ZEE, 2003).

Sendo o Município de São Gabriel do Oeste um dos oito municípios que compõem a Microrregião do Alto Taquari, entender o processo erosivo é essencial para mitigar os impactos no Pantanal.

A identificação e compreensão dos fatores desencadeantes dos processos erosivos têm sido facilitadas com os avanços das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, uma vez que nos permitem fazer avaliações temporais e pontuais, quanto ao estado de

degradação dos solos, possibilitando assim o mapeamento de erosões com muito mais agilidade e em lugares de difícil acesso, gerando importante contribuição no estudo de erosão dos solos. Moraes Novo (1992, in, Barros, 2006) ressalta a relevância do geoprocessamento e do sensoriamento frente à temática ambiental, afirmando que “as imagens orbitais, principalmente, passaram a representar uma forma viável para o monitoramento ambiental em escalas locais, regionais e globais, tendo em vista a rapidez, eficiência, periodicidade e visão sinóptica que as caracterizam”. (Castro *et al.*, 2010).

A erosão representa perda progressiva da fertilidade do solo e conseqüentemente perda de produtividade e aumento do passivo ambiental.

Considerando que o Município de São Gabriel do Oeste se destaca no setor agropecuário em âmbito nacional, sendo o terceiro maior produtor, os estudos que visem minimizar os impactos ambientais reforçam a preocupação com a responsabilidade social e desenvolvimento sustentável.

2. OBJETIVO

Verificar a existência de controle estrutural com a extração dos eixos das voçorocas do Município de São Gabriel do Oeste/MS, utilizando software livre e correlacionar suas direções com os lineamentos fotointerpretados de imagem de satélite.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Área de Estudo

O Município de São Gabriel do Oeste/MS está localizado sobre a escarpa da Serra de Maracaju, transição entre o Planalto e o Pantanal, numa área de 3.864,696 km² (IBGE, 2010). É caracterizado por áreas elevadas do bioma cerrado, na microrregião geográfica do Alto Taquari, no centro norte do Estado de Mato Grosso do Sul, no Centro-Oeste brasileiro, entre as latitudes 18°40'00"S e 19°35'00" e longitudes 54°10'00" e 54°50'00", conforme ilustra a Figura 01.

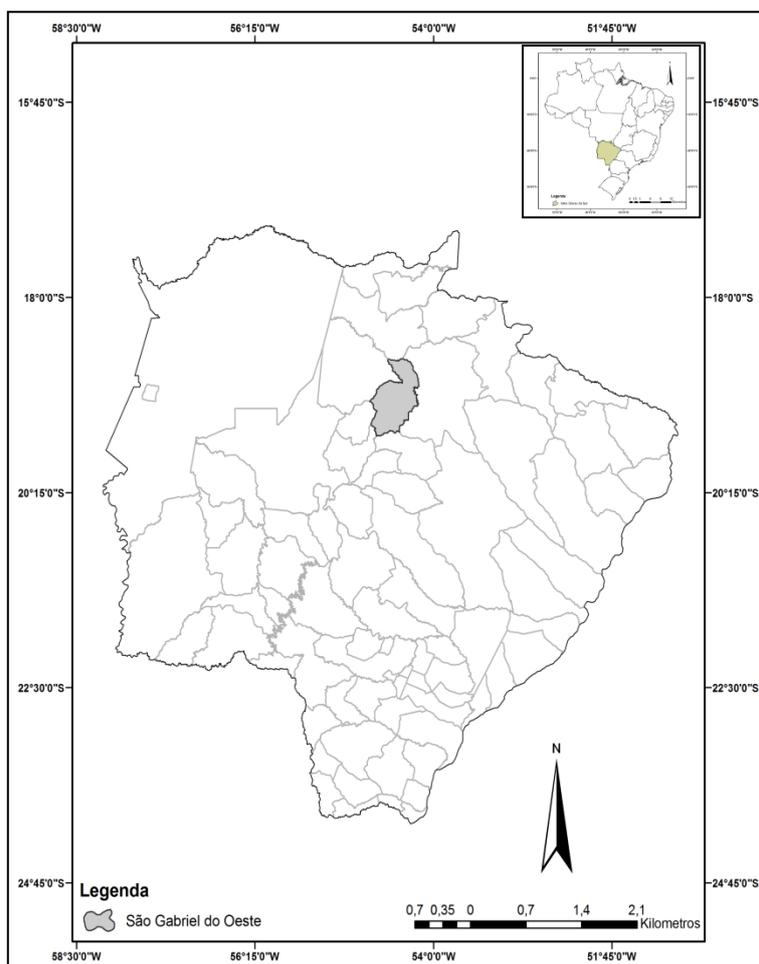


Figura 01: Localização do Município de São Gabriel do Oeste/MS.

Seus limites são: ao norte - Coxim; a leste - Camapuã; ao sul - Bandeirantes e Corguinho; e a oeste e noroeste - Rio Verde de Mato Grosso do Sul e Rio Negro. Possui uma população de 22.203 habitantes, concentrada na sede municipal e nos distritos de Ponte Vermelha e Areado (IBGE 2010).

No setor econômico, o município se destaca na produção de suínos, de milho, de soja e de estrutocultura. A produção de sorgo foi a segunda maior do país (IBGE, 2006).

Na região há uma grande variação nas características dos solos, já que parte do município faz parte de um planalto, onde a agricultura predomina e as regiões circundantes em arenitos, favorecem a formação de feições erosivas e consequente assoreamento das drenagens (Morales, 2012).

No tocante ao substrato, o município situa-se no domínio da bacia sedimentar do Paraná e trata-se de uma sequência de rochas sedimentares e vulcânicas. O chapadão, composto por coberturas detrito-lateríticas (Terciário) e coberturas detríticas (Terciário-Quaternário), é sustentado por derrames e sills de rochas básicas da Formação da Serra Geral e arenitos da Formação Botucatu. A sudoeste predominam rochas sedimentares areníticas da Formação Botucatu. A área ao norte, limitada pela Serra do Caracol, compreende uma série de rochas sedimentares de idade Permo-Carbonífera constituídas por diamictitos, arenitos e folhelhos. Os aluviões e terraços holocênicos são poucos expressivos (Atlas Municipal, 2004).

O clima, segundo classificação de Köppen é AW - Clima Tropical Quente, sem estação fria, com inverno bem definido com estação seca. O trimestre mais chuvoso ocorre nos meses de dezembro a fevereiro e o mês mais seco geralmente ocorre em agosto (Atlas Municipal, 2004).

3.2. Extração dos Eixos das Voçorocas

A extração dos eixos das voçorocas se deu através do Google Earth (Google, 2013), utilizando imagem de 21/07/2007, onde foram selecionadas quatro áreas com melhor visibilidade. Considerando que Google Earth é um mosaico de imagens de satélites de diferentes sensores e datas, foi selecionado através da ferramenta “Imagens históricas”, as imagens com menor índice de artefatos e nuvens, conforme ilustra a Figura 02:

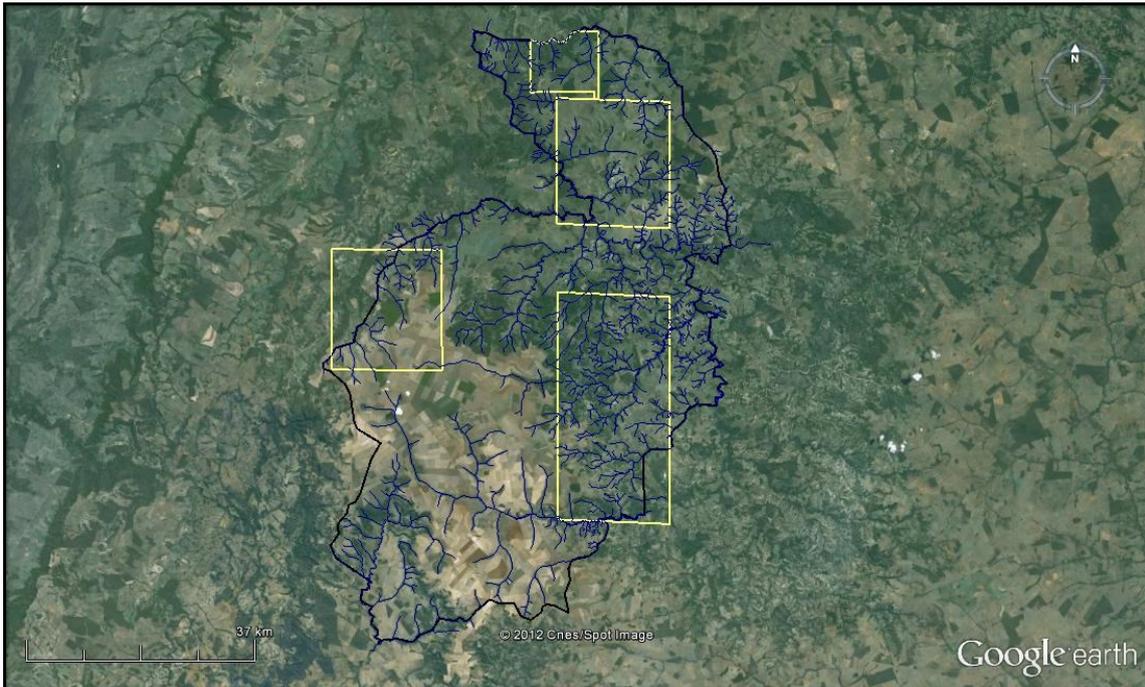


Figura 02: Em amarelo estão as áreas selecionadas para a vetorialização das voçorocas. Em preto é o limite do Município de São Gabriel do Oeste/MS e em azul a hidrografia. (Google 2013).

A vetorialização dos eixos das voçorocas ocorreu nas áreas selecionadas conforme mostrado na Figura 03, quando se procurou extrair os eixos para verificar a existência de uma direção preferencial. Foram extraídos 978 vetores de 89 voçorocas, procedimento este realizado no mesmo monitor para evitar problemas de resolução, com zoom de 600m para identificar as erosões e um zoom de 160m para vetorializá-las.



Figura 03: Em amarelo estão os vetores extraídos de uma propriedade rural do Município de São Gabriel do Oeste/MS.

Os eixos vetorizados no Google Earth geraram arquivos com extensão .kmz, sendo necessária sua conversão para shapefile. Com os vetores convertidos, utilizou-se o software ArcGIS 10 (ESRI, 2010) para calcular os valores de x_1 , y_1 , x_2 e y_2 , obtendo assim, os valores iniciais e finais de cada vetor.

3.3. Fotointerpretação dos Lineamentos Estruturais

De acordo com O'Leary *et al.* (1976), lineamento é uma feição mapeável na superfície terrestre, linear, retilínea ou suavemente encurvada, simples ou composta. A sua presença reflete fenômenos de subsuperfície que podem estar relacionados com falhas, fraturas ou outras morfoestruturas.

Os lineamentos foram fotointerpretados no software PCI Geomatica (PCI Geomatica, 2010), numa imagem *Landsat 7* ortorretificada do *Global Land Cover Facility* (GLCF) com órbita/ponto 225/73, do dia 17/08/2001, conforme ilustra a Figura 04.

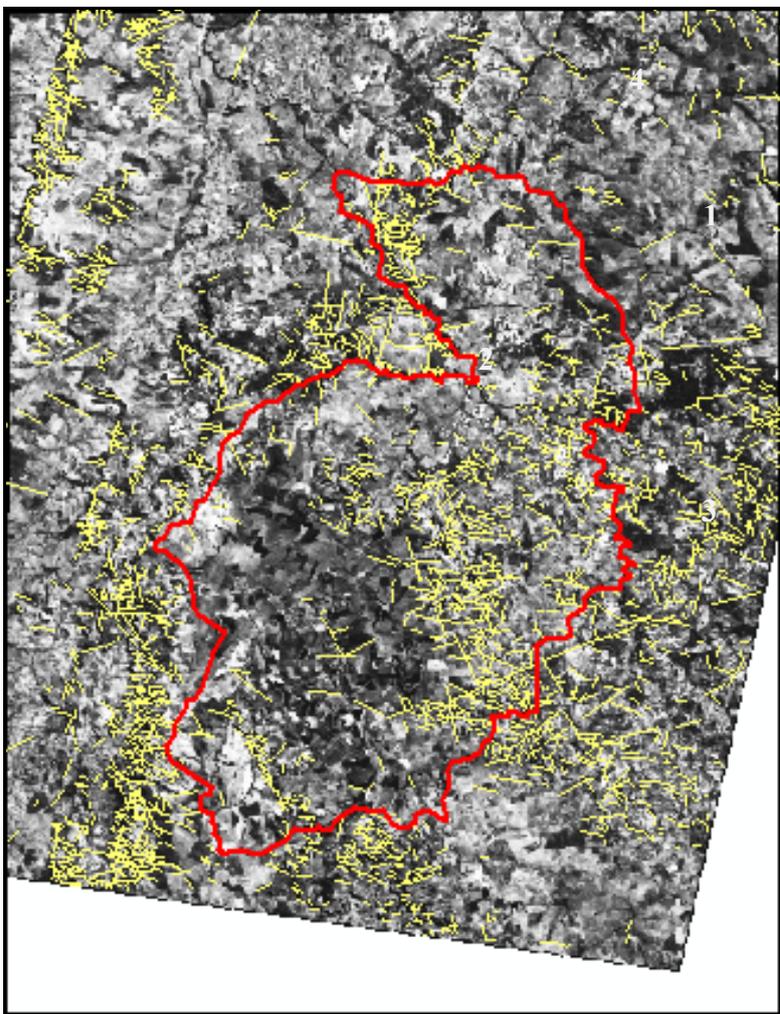


Figura 04: Em vermelho é o limite do município. Em amarelo os lineamentos fotointerpretados da imagem *Landsat 7*.

Os vetores foram importados para o *software* ArcGIS (ESRI, 2010) para calcular os valores de x_1 , y_1 , x_2 e y_2 , obtendo assim, os valores iniciais e finais de cada vetor. No *software* Rockworks 15 (RockWare, 2012) foram gerados os diagramas de rosetas dos lineamentos fotointerpretados da imagem *Landsat*, bem como dos eixos das voçorocas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A roseta com os lineamentos fotointerpretados da imagem *Landsat* é apresentada na figura 5. Na figura 6 é exibida a roseta com os lineamentos obtido a partir das voçorocas. Na roseta extraída dos lineamentos da imagem *Landsat* há duas modas, um sistema com direções quase E-W e outro para NE. Já na roseta dos eixos das voçorocas há apenas uma direção preferencial.

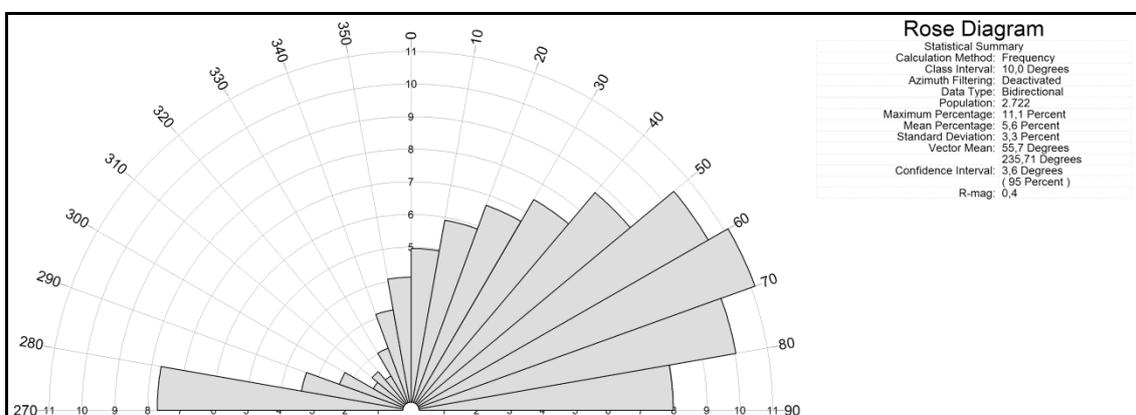


Figura 05: No diagrama de roseta dos lineamentos fotointerpretados da imagem de satélite *Landsat 7*, observa-se duas direções preferenciais: quase E-W e NE.

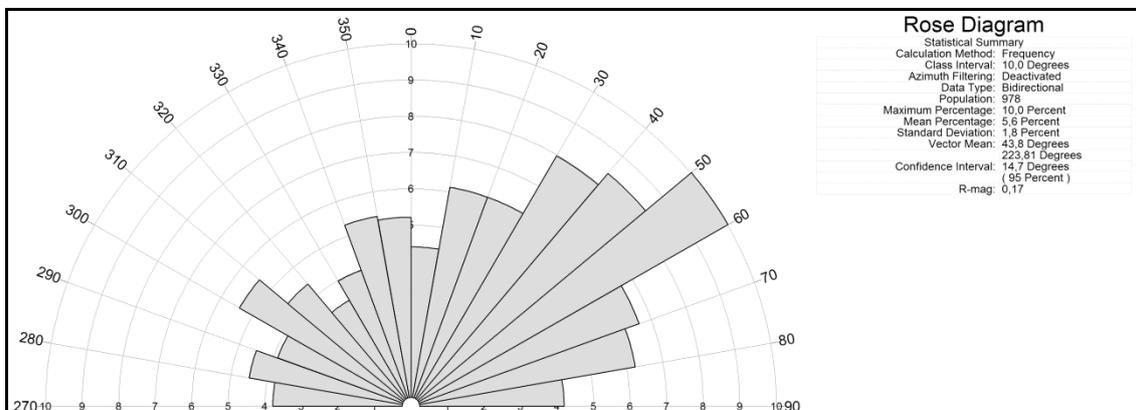


Figura 06: No diagrama de roseta dos eixos das voçorocas observa várias direções.

Paranhos Filho *et al.*, (2013) apresenta um estudo dos lineamentos estruturais extraídos manualmente a partir de imagens de satélite CBERS-2B, sensor WFI (Figura 07) da região da BAP, abrangendo parte da área deste estudo e se mostram coerentes com as obtidas neste estudo.

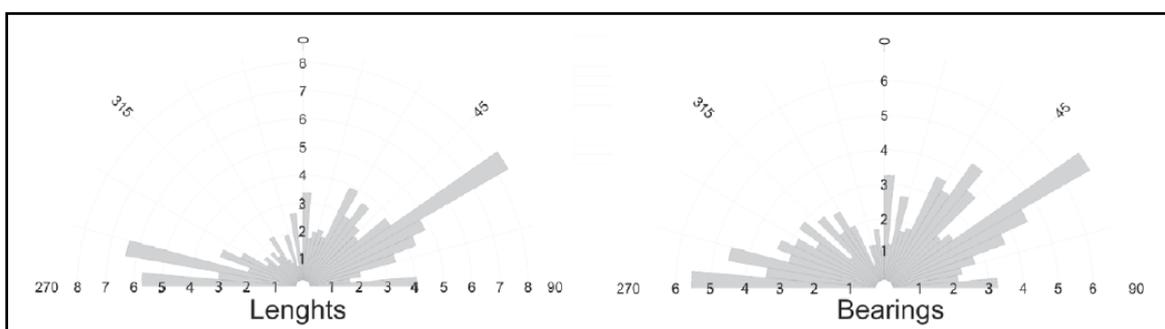


Figura 07: Rosetas geradas da fotointerpretação dos lineamentos extraídos da Bacia do Pantanal e de seu entorno (Paranhos Filho *et al.*, 2013).

Nota-se que existe uma relação entre as rosetas de direções obtidas das imagens de satélite. As rosetas dos eixos das voçorocas mostra uma moda para NE, permitindo assim, sugerir que existe um controle estrutural nas voçorocas do Município de São Gabriel do Oeste/MS.

Na região central do Brasil as direções associadas com a N45E de acordo com Hasui (1990) podem ser associadas com as atividades neotectônicas e ao lineamento Transbrasiliano (Schobbenhaus *et al.*, 1975), uma estrutura frágil Neoproterozóico com fases de reativação no Paleozóico, Mesozóico e Cenozóica. Segundo Soares *et al.*, (1998), Assine e Soares (2004) e Facincani *et al.*, (2011), estas estruturas desempenharam uma regra importante na evolução da Bacia do Pantanal.

5. CONCLUSÃO

Existe evidências de controle estrutural na gênese dos processos erosivos no Município de São Gabriel do Oeste/MS, com direção preferencial para NE, associada ao lineamento transbrasiliano, a atualidade das erosões lineares na mesma direção do LTB poderia ser indicativo de reativação neotectônica deste lineamento.

6. CONCLUSÕES GERAIS

Esta dissertação gerou diversos produtos que podem contribuir com a gestão dos recursos naturais no Município de São Gabriel do Oeste/MS. Como este projeto está inserido em um projeto maior, em parceria com Prefeitura Municipal e Sindicato Rural de São Gabriel do Oeste e mais recentemente com a Fundação Educacional de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento Econômico de São Gabriel do Oeste (FUNPESG), os dados SIG podem ser integrados com o banco de dados SIG oriundo dos demais trabalhos, podendo ser visualizadas de forma rápida, ou mesmo propiciando a geração de novos produtos com o cruzamento de dados, auxiliando a administração pública na tomada de decisões ambientais.

Observou a existência de evidências de controle estrutural tanto no ordenamento das drenagem, como na gênese dos processos erosivos, que podem ser indicativo de reativação neotectônica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atlas Municipal de São Gabriel do Oeste-MS: subsídios ao planejamento, gestão e monitoramento territorial / Déa Souza Assis *et al.*, São Gabriel do Oeste: Prefeitura Municipal de São Gabriel do Oeste. Rio de Janeiro. Embrapa Solos: IBGE, 2004.
- ASF. Software ASF Map Ready, Remote Sensing Toolkit ver. 2.1.9 (8468). Fairbanks/AK: University of Alaska Fairbanks, Alaska Satellite Facility. 2008
- ABDON, M. M. Os Impactos Ambientais no meio físico – Erosão e Assoreamento na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária. Tese de doutorado, 2004. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- ASSINE, M. L. Compartimentação geomorfológica, processo de avulsão fluvial e mudanças de curso do Rio Taquari, Pantanal Mato-Grossense. Revista Brasileira de Geomorfologia. Ano 6, N. 1, p. 97-108, 2005.
- AYACH, L. R., Cunha, E. R., Silva, L. F., Bacani, V. M. Utilização de Imagens Google Earth para Mapeamento do Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Córrego Indaiá, MS. Revista Geonorte, Edição Especial, V.2, N.4, p.1801 – 1811, 2012.
- CASTRO, U. N., NEVES, S. R. A., SILVA, L. F. T. C., MENDES, S. P., GUERRA, A. J. T. Mapeamento de feições erosivas e cicatrizes de escorregamento por unidades de relevo na sub-bacia do Rio Sana (Macaé – RJ). Revista de Geografia, p. 19-33, 2010. Volume Especial / Apresentação no VIII SINAGEO, n. 3, Recife: UFPE – DCG/NAPA, Set. 2010.
- ESRI - Environmental Systems Research Institute Inc. 2010. ArcGIS Desktop 10. New York. CD-ROM.
- GALDINO, Sérgio. Erosão na Bacia do Alto Taquari / Sérgio Galdino, Luiz Marques Vieira, Balbina Maria Araújo Soriano - Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 46 p. (Documentos / Embrapa Pantanal ISSN 1517-1981; 52).
- GLCF - Global Land Cover Facility/U.S. Geological, Landsat TM+ (Thematic Mapper Plus), Path/Row 225/073, date: 17/08/2001 site: <http://glcf.umd.edu/index.shtml>.
- GOOGLE, Programa Google Earth 7. Disponível em <http://earth.google.com/>. Acesso em 05/2013. 2007
- JACQUES, P., D., MACHADO, R., NUMMER A. R. Lineamentos estruturais na borda leste da Bacia do Paraná em Santa Catarina: análise multiescala com base em imagens LANDSAT e SRTM. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre,

- RS, Brasil. Pesquisas em Geociências, 37 (2): 117-131, mai./ago. 2010. Consultado em julho de 2012 <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/viewFile/22653/pdf>
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Censo Agropecuário, 2006. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmum= 500769&r=>](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmum=500769&r=>). Acesso em 05 de fevereiro de 2012.
- MORALES, A. P. Cartório de São Gabriel D'Oeste está com novas instalações. Disponível em: <[http://www.anoregms.org.br/index.php?p=detalhe_ noticia&id=2543](http://www.anoregms.org.br/index.php?p=detalhe_noticia&id=2543). Acessado em janeiro de 2012.
- MOREIRA, A, M. Uso de imagens do Google Earth capturadas através do software stitch map e do TM/Landsat-5 para mapeamento de lavouras cafeeiras – nova abordagem metodológica In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011. Curitiba. XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2011.p. 481- 488.
- PCI. Geomatica 10 (2010). PCI Geomatics Enterprises Inc. Version 10.2. Richmond Hill, Ontário, Canadá. 2010.
- PARANHOS FILHO, A. C, NUMMER, A, ALBREZ, E. A, RIBEIRO, A, A. MACHADO, R. A study of structural lineaments in Pantanal (Brazil) using remote sensing data. Anais da Academia Brasileira de Ciências (Impresso), v. 85(3), p. 23-32, 2013.
- PRINA, B. Z., SCHIO, L., MIRANDA, S. I., MONGUILHOTT, M. Análise ambiental urbana com o uso de imagens Google Earth. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.3805
- ROCKWARE - Earth Science and GIS Software Rockware Inc. 2012. Rockworks 15. Colorado, Trialware. Acessado em julho de 2012: <http://www.rockware.com/product/productDemo.php?id=165>.
- Zoneamento Agroecológico do Município de São Gabriel do Oeste, MS: referencial para o planejamento, gestão e monitoramento ambiental / Déa Sousa Assis... [et al.]. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos: IBGE, 2003.