

Aspectos da evolução geomorfológica de veredas no norte de Minas Gerais-Brasil

Dra.Cristina H. R. R. Augustin: chaugustin@igc.ufmg.br

MSc Dirce Ribeiro de Melo: veredus2001@yahoo.com.br

Dr. Paulo Roberto Antunes Aranha: aranha@igc.ufmg.br

Abstract

Veredas are a well-defined plant species composition and structure that occur within the Brazilian biome of the Cerrado. Because of their complexity they still are object of controversies of how to define them. Based on data collected from soil profiles and on radargrams obtained with help of Ground Penetrating Radar (GPR), this work aims to present and to discuss the recent development of a vereda located in Buritizeiros, north of Minas Gerais State, Brazil. The association between soil data and the four radargrams allowed to describe its sub-superficial structure, as well as to interpret its evolution head ward, in its middle and lower course. The data shows that even at relative great distances, the conditions for head wards development of the vereda occur: humidity retention near the surface with the presence of a “clay sealing horizon”, responsible for th water retention, a “sinequa non” condition for the occurrence of the buritis and, consequently, for the vereda. The data also reveals the rapid deposition of colluvium that becomes thicker as one goes down the veered “channel”, causing the deepening of the once almost superficial water table, what may cause degradation of this ecosystem.

Key words: vereda, radargrams, soils, water table, degradation

Resumo

As veredas constituem feições fito-fisionômicas típicas de áreas do domínio do Bioma do Cerrado brasileiro. Por causa de sua complexidade, são ainda hoje objeto de controvérsia sobre como conceitua-las. O objetivo deste trabalho é o de apresentar e discutir, a partir de dados de perfis de solos e de radargramas realizados com o auxílio do Georadar (Ground Penetrating Radar-GPR), a evolução recente de uma vereda localizada em Buritizeiros, no norte do estado de Minas Gerais, Brasil. A partir do levantamento de quatro perfis transversais de GPR, associados à descrição e caracterização dos solos, foi possível descrever a estrutura subsuperficial de uma vereda, bem como interpretar sua evolução à montante, no meio curso e à jusante. Os dados mostram que mesmo a distâncias relativamente grandes da cabeceira da

vereda, há indícios do desenvolvimento de condições de retenção de umidade próximo à superfície, com a ocorrência de um horizonte tampão, responsável pela retenção da umidade próxima superfície, situação “sine qua non” para o aparecimento do buritis e, portanto, da vereda. Os dados também apontam para o rápido assoreamento das porções do alto, médio e baixo curso da vereda do Jatobá, mostrando que o lençol freático torna-se cada vez mais profundo da cabeceira para a jusante, o que pode comprometer a preservação desse ecossistema. Palavras-chave: vereda, solos, radargramas, lençol freático, assoreamento, degradação.

1. Introdução

Spix and Martius (1817) em sua viagem pelo Brasil entre 1817 e 1820, apontam a ocorrência de uma feição vegetacional única na paisagem ao descreverem o contraste entre a vegetação do cerrado, encontrada nos tabuleiros e as veredas, dominadas pelos buritis, considerando-as “o ornamento característico da bacia do São Francisco e de extensos trechos do interior, nessas mesmas latitudes” (1817, livro 2:84).

Na linguagem popular do sertão mineiro, vereda significa nascente de rio ou buritizal. Segundo os dicionários de língua, veredas são as cabeceiras de cursos d’água, com grupos de matas cercadas de campos, com renques de buritis e pindaíbas pelos cerrados, especialmente na Zona Sanfranciscana em Minas Gerais. Foi também no sentido da importância das veredas as quais Maillard et al (1997) identificam como “caixas d’água do cerrado” que Guimarães Rosa descreveu as veredas: “são vales de chão argiloso (...), onde aflora a água absorvida. Nas veredas há sempre o buriti. De longe a gente avista os buritis, e já se sabe: lá se encontra água. A vereda é um oásis (...). O capim é verdinho claro, bom. As veredas são sempre férteis. Cheias de animais e pássaros (Melo, 1992). Neste sentido a vereda pode ser entendida como um corredor ecológico natural no domínio do Cerrado, e daí a propriedade da palavra vereda para esse ecossistema úmido.

Viana (1987) destaca que elas estabelecem ligações fundamentais para a manutenção da flora e da fauna do cerrado e caracteriza as veredas na região do Triângulo mineiro como zonas encharcadas de fundo chato e baixos gradientes. Castro (1980) assinala que a simbiose entre cerrados e veredas é um dom da natureza para proteger a vida animal e vegetal.

No campo da geomorfologia, Barbosa, (1967) define veredas como formas ligeiramente deprimidas dentro das chapadas, ocupadas principalmente por nascentes de

pequenos cursos d'água. Melo (1978) distingue nas veredas quatro subunidades em seus aspectos pedológicos, botânicos, hidrológicos e topográficos, designadas por zonas: do envoltório, seca, encharcada e do canal. Além disso, essas zonas morfológicas apresentam variações morfométricas ao longo do curso das veredas, o que leva a subdividi-las em seqüências à montante, intermediária e à jusante.

Boaventura (1981) também se refere às veredas no noroeste de Minas, do ponto de vista geomorfológico, como vales rasos, com vertentes côncavas e arenosas, de caimento pouco pronunciado e fundo plano, preenchidos por argilas hidromórficas. Segundo Lima (1996) a vereda, nos estudos realizados por ele em área do Triângulo Mineiro, constitui “um subsistema úmido dentro do cerrado, e se caracteriza pela presença de uma vegetação higrófila de gramíneas e ciperáceas, com buritis”, mas geomorfológicamente é “um vale de conformação depressiva rasa, vertentes sub-retilíneas ou suavemente convexas (...) tornando-se côncavas próximo ao fundo do vale”.

A primeira tentativa de explicação genética das veredas aparece em Freyberg (1932) que, citado por Barbosa (1967) e Branco (1961), relaciona a origem das veredas ao afloramento do lençol freático, onde a topografia intercepta o contato entre duas camadas de rochas de permeabilidade diferentes.

Em seu estudo geomorfológico da região noroeste do estado de Minas Gerais, Boaventura (1978, 1981) associa a formação de veredas a três condições básicas: existência de superfícies de aplainamento, superposição de camadas geológicas litificadas ou de sedimentos inconsolidados onde a camada superior é permeável e a inferior impermeável e condições de exorreísmo. Evidências desse processo, segundo o autor, podem ser observadas no Vale Paracatu, em lagoas ou depressões em fase de interligação. Considera que esse processo ocorreu em função de manifestações de exorreísmo, como consequência dos períodos fluviais que sucederam as pediplanações

Correa (1989) distingue nas veredas, numa área do Triângulo Mineiro, três domínios diferenciados: um “campo higrófilo” com gramíneas em sua essência, com solo do tipo *District Gleysol* (FAO/UNESCO, 1974) e uma hidromorfia sazonal; um “campo hidrófilo” com saturação em água, rico em ciperáceas e horizonte superficial húmifero (*Humic Gleysol*), que se torna mais espesso em direção à base da vertente, onde há solos orgânicos do tipo *District*

Gleysol (FAO/UNESCO, 1974) e, finalmente, uma parte arbórea, densa, na qual se encontram os buritis (*Mauritia Vinifera*), freqüentemente associados ao solo orgânico já mencionado.

Melo (1992), também reconheceu nas veredas de Buritizeiro(MG), três domínios diferenciados: um campo higrófilo, gramíneo, associado a solos gleizados, de hidromorfia sazonal (zona de unidade sazonal) em substituição à zona seca; uma zona de campo higrófilo, rico em ciperáceas na média/baixa vertente, onde o horizonte superficial, rico em matéria orgânica é mais espesso em direção à base da vertente e uma zona encharcada, com a ocorrência de solos turfosos, onde se destaca a palmeira “buriti”.

Esses relatos comprovam o importante significado geomorfológico, ecológico, estético-paisagístico e sócio-econômico das veredas. Entretanto, mesmo tendo havido um aumento de trabalhos científicos sobre as veredas, estes ainda não conseguiram esgotar o tema, possivelmente em razão da complexidade do mesmo.

As veredas, portanto, não contam com uma única definição, embora apresentem uma composição fisionômica tão peculiar, que são facilmente identificáveis na paisagem. Um dos problemas para sua definição refere-se ao fato de não se conseguir precisar se as veredas constituem uma feição geomorfológica, botânica, ecológica ou hidrológica. Dessa forma, embora seja claramente identificável, destacando-se do cerrado que em geral a circunda, sua cobertura vegetal constitui mais um fator resultante do que propriamente causal.

O presente artigo estuda uma dessas veredas, buscando identificar a partir da análise de radargramas obtidos com o uso do Georadar e de perfis de solos, fases e processos pelos quais a vereda sofreu refeiçoamento.

O Georadar devido à sua versatilidade e operacionalidades vem sendo aplicado a diversas áreas de estudos, geotecnia, hidrogeologia, contaminação, estruturação do solo e outros (BENSON, 1995; DAVIS & ANNAN, 1989; HARA & SAKAYAMA, 1985; HUGGENBERGER et al, 1994; ARANHA & VELASQUES, 2000; e outros).

Em Minas Gerais o Georadar tem sido aplicado no estudo geomorfológico em diversos lugares, dentre eles na região de Gouveia (*e.g.* Neves *et al.*, 1979; Aranha *et al.*, 1998; Horn *et al.*, 1998; Aranha, 2003; Aranha & Augustin, 2003) e na identificação de diques nas proximidades de Diamantina (Aranha & Horn, 2000).

2. Caracterização da área de estudo

A área de estudo localiza-se nos planaltos areníticos do norte de Minas Gerais, no município de Buritizeiros (Fig. 1), o quinto maior do estado com área de 7.249 Km². Situa-se à margem esquerda do rio São Francisco e apresenta uma densa rede de drenagem representada em sua grande parte por rios, cujas nascentes são veredas (Baggio, 2002).

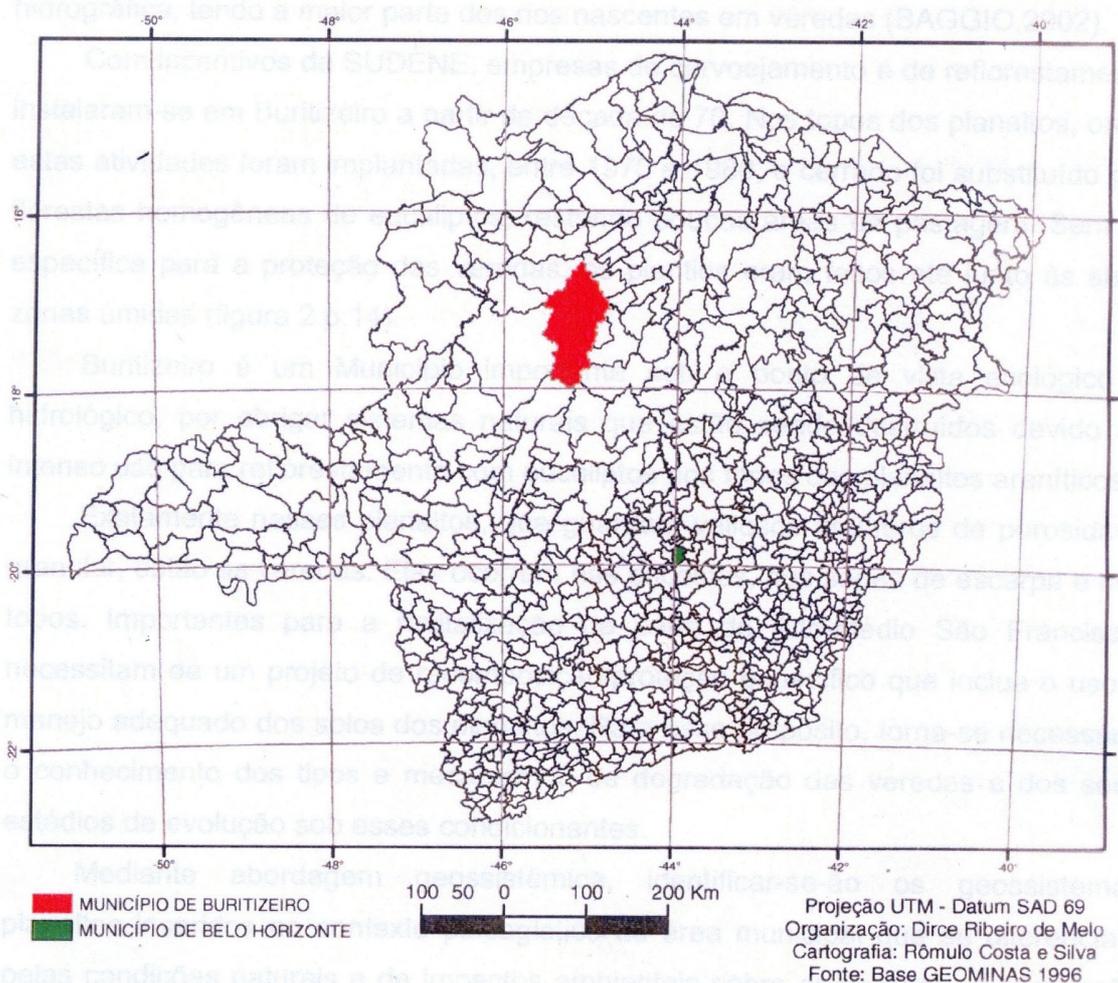


FIGURA 1: Localização da área de estudo

O relevo dominante é representado por extensas superfícies planas a suavemente onduladas, que fazem parte de planaltos modelados sobre rochas areníticas da Formação Areado, datadas do Cretáceo e que fazem parte da Bacia Sanfranciscana, recobrando as rochas

sedimentares Proterozóicas do Super grupo Bambuí. A Formação Areado foi depositada anteriormente a dos conglomerados Urucuia e é constituída de conglomerados arenosos na base, arenitos conglomeráticos com quartzito, quartzo faceto-ventefactos e arenitos de matriz silicosa de cor róseo-avermelhado.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da área é do tipo AW, ou seja, quente e úmido com chuvas de verão. A precipitação média anual é de 1.145 mm (estação de Pirapora), concentrada nos meses de verão ou seja, de outubro a março. A temperatura média anual é de 23,2⁰ C, embora a média dos meses mais quentes possa atingir 25,3⁰ C enquanto a dos meses mais frios (junho e julho) fica em 19,7⁰ C. As máximas anuais, no entanto, podem ultrapassar os 35⁰ C.

A vereda estudada foi denominada por Melo(1992) de Jatobá. Ela localiza-se entre as coordenadas 17°14'S e 45°05'56.6'' W, com altitude entre 730 e 715m.

A vegetação dominante é o Cerrado, desde sua fisionomia mais aberta (campos limpos) até as mais densas (cerradão), passando por várias fases de degradação do cerrado (Fig. 2). No meio do Cerrado, aparecem os biomas das veredas, nos quais predominam os buritis. Na área adjacente à vereda, do lado direito da mesma, ocorre um cerrado em fase de incipiente regeneração. Melo (1992) registrou o uso com monocultura de eucalipto tanto em 1978 como em 1992.



FIGURA 2: Vegetação típica de vereda com a presença de buritis

3. Metodologia

Após extenso levantamento bibliográfico sobre o tema e sobre a área de estudo, foi delimitada a vereda estudada, no planalto do município de Buritizeiros. Para melhor entendimento dos processos e das suas fases evolutivas, foi realizada campanha de campo na qual foram inicialmente levantados os locais nos quais seriam realizados quatro transectos, transversais ao perfil longitudinal da vereda.

Em cada transecto foram realizadas observações sobre a cobertura vegetal, a ocorrência de processos erosivos e abertos perfis de solo acompanhados pela realização de perfis subsuperficiais (radargramas), utilizando-se o Ground Penetrating Radar (GPR ou Georadar). Os perfis de solos foram descritos com o auxílio do Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos, M.S.S. et al, 1992) e amostras coletadas para análises. As análises, realizadas no laboratório de Geomorfologia do Instituto de Geociências, UFMG, compreenderam a textura, a percentagem de matéria orgânica e a umidade atual. Para as análises granulométricas utilizou-se o método de pipetagem. A matéria orgânica foi medida através do método de Walkley & Black (1947). Houve medição da umidade atual (gravimétrica) de cada horizonte, definida pela alteração do peso da amostra (50gr) antes e após período de 24 horas de secagem em estufa à temperatura de 105 a 110⁰ C e resfriamento em dessecador. A umidade foi calculada da seguinte forma: peso da amostra úmida - peso da amostra seca ÷ peso da amostra seca x 100 (EMBRAPA 1997). As cores foram identificadas a partir do Munsell Color Chart.

O primeiro perfil foi localizado à 50m acima da cabeceira da vereda, o segundo no início da cabeceira, o terceiro no meio curso e o quarto a 400m abaixo da cabeceira. Por tratar-se de uma vereda muito extensa, de cerca de 5km antes de desaguar no rio Jatobá, não foi possível a realização de um número maior de perfis transversais.

A campanha geofísica realizou-se através da obtenção de 4 perfis de Georadar, com o equipamento RAMAC, da *Mala GeoScience*. Concomitante obteve perfis CMP para a obtenção do perfil de velocidade da onda EM na área investigada. Nesta pesquisa foram utilizadas antenas de baixa frequência - 100MHz. O levantamento foi executado com antenas a distância constante (*common offset*), no qual o sistema é transportado ao longo de uma direção obtendo-se um perfil das reflexões *versus* posição. Foi utilizado o modo de 8 *stacks* (pulsos rápidos) com o objetivo de aumentar a relação sinal/ ruído da onda emitida, melhorando a

qualidade dos dados adquiridos no campo. Os perfis foram planejados de modo que cortassem perpendicularmente a direção de escoamento da vereda.

Os demais parâmetros utilizados para a elaboração dos perfis foram: frequência de amostragem aproximadamente 10 vezes a frequência central da antena utilizada; janela de tempo de 400ns; a frequência central utilizada foi de 100MHz (em todos os cinco perfis). O espaçamento entre os pontos de aquisição de dados foi de 0,10cm para a antena de 100MHz.

O processamento de dados objetivou melhorar a qualidade dos resultados obtidos no campo, para que a interpretação das imagens apresentasse uma melhor precisão e maior correspondência com a realidade. A edição compreendeu a organização dos dados, a correção destes, o posicionamento das linhas etc. Manipulações fundamentais foram aplicadas aos dados tais como *declipping*, filtragem, marcação do “tempo zero”, ganhos temporais e correção topográfica, migração dos dados (Aranha, 2003).

4. Apresentação e discussão dos resultados

Foi aberto apenas um perfil de solo ao longo do primeiro transecto do GPR (Fig. 3), realizado, como descrito, perpendicular ao perfil longitudinal da vereda do Jatobá, a 50m do início da cabeceira.

Os dados desse perfil de solo (Tab.1) indicam a presença de muita umidade, já com a formação de material silto-argiloso (camada tampão), bastante escuro (FOR GLEY 3/5G) e lençol freático relativamente superficial (45cm de profundidade) ocorrendo muito antes do início da vereda. Esta é uma área sazonalmente encharcada, revelando o fato da vereda apresentar um processo contínuo de formação para montante, enquanto permanecem presentes as condições para a sua formação e desenvolvimento. O material superior encontrado sobre o solo hidromórfico permite identificar a ocorrência de colúvio, resultado da erosão por enxurrada.

Os dados do perfil foram corroborados pelas imagens do perfil 1 do radargrama pois os refletores podem ser correlacionados com eventos deposicionais recentes. Na figura 3, é possível observar o material coluvial e, dentro dele, os refletores apontam a presença de uma superfície deposicional mais recente, enquanto em sua parte inferior, no centro, a atenuação da onda EM foi provocada pela presença de água, indicando material saturado. É interessante

notar que o radargrama já indica ligeiro abaulamento no centro, mostrando a zona preferencial de acúmulo de água.

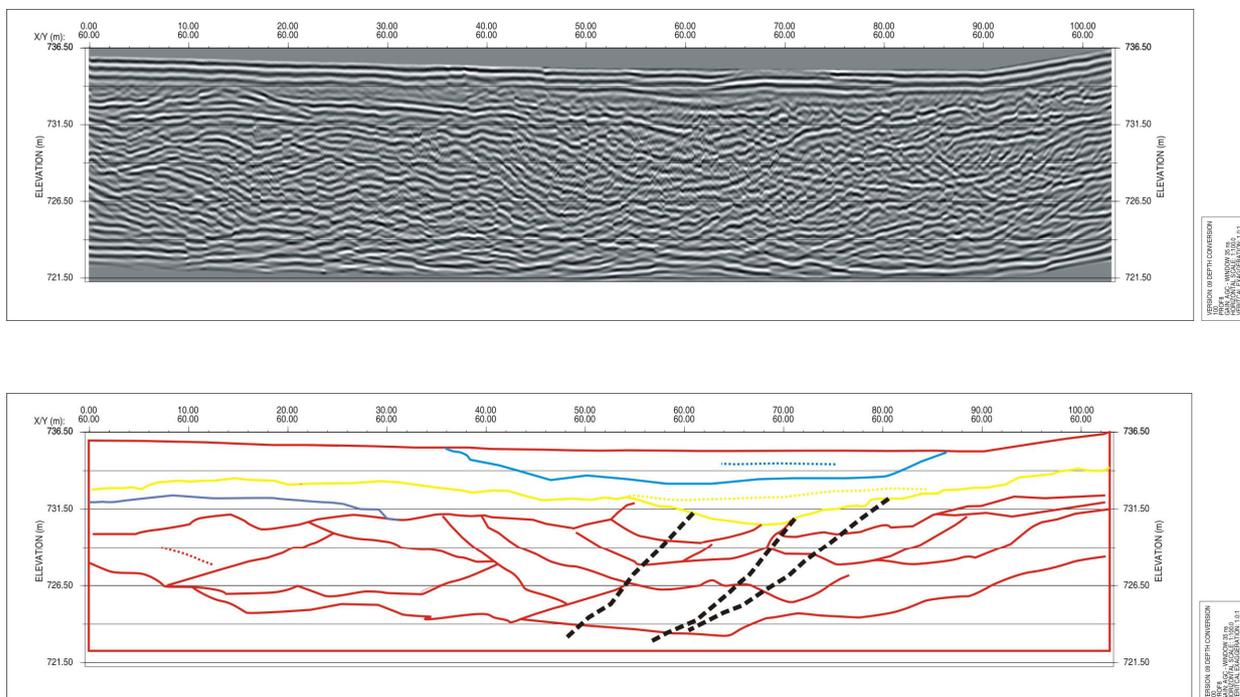


FIGURA 3: Radargrama-Transecto 1-vereda do Jatobá

Esse abaulamento pode estar associado tanto ao lento, mas contínuo processo de erosão hídrica. Ele é, contudo representativo, na medida em que parece apontar para um recuo da cabeceira da vereda à montante, ao longo de um alinhamento preferencial, de processo de desenvolvimento de drenagem. São claros também elementos de fratura (pontilhado preto), mesmo no material formado basicamente de areia.

O transecto 2, na cabeceira da vereda, ou seja, no segmento já com a presença de buritis, encontra-se localizado a 729m de altitude, entre S 17°14'21.5'' e W 45°07'53.1. Foram levantados 3 perfis de solo ao longo do transecto do Georadar.

Enquanto o solo da margem direita (Tab.1), cujo perfil (45cm) foi aberto na parte mais elevada da borda da vereda (2.1 a-b-c), demonstra a predominância quase total da areia com traços de matéria orgânica em todos os seus volumes, o da zona do fundo da vereda (2.2 a-b), após 80cm de material arenoso, é argiloso e bastante escuro, associado à presença de matéria

orgânica. De fato, a percentagem de matéria orgânica (27,5%) é elevada permitindo classificar este material como turfa.

Tabela 1 - Características dos Isovolumes da Vereda do Jatobá – Buritizeiros/MG

Transecto Número:	Perfil Solo	Isovolume	Profundidade (cm)	Textura Classificação	Matéria Orgânica %	Unidade atual	Cor	Observações Gerais
1 50 m acima do início da vereda	1	a	0-6	silto argiloso			5YR 4/6	colúvio vermelho-amarelo deposição recente
		b	6-16	argilo arenosa	3,5	1,7	FOR GLEY 3/5 G	
		c	26-36	argilo arenosa		100	FOR GLEY 8/10 Y	
LENÇOL FREÁTICO ENCONTRADO A 45 cm								
2 ao longo dos 1º Buritis	1 (borda direita da vereda)	a	0-12	areia			10 YR 6/8	Colúvio deposição recente
		b	12-25	areia franca	3,1	0,4	2.5 YR 3/1	
		c	25-45	areia	0,6	0,1	5 YR 7/1	
	2 (zona central vereda)	a	0-85	areia	2,5	0,5	5 YR 4/6	colúvio
		b	85-1,85	argilo-siltosa	27,4	86,7	FOR GLEY 2,5/N	turfa organosolo
LENÇOL FREÁTICO ENCONTRADO A 188 cm								
3 (realizado 1 única abertura de perfil de solo na zona central da vereda)	2 (apenas 1 perfil na zona central da vereda)	a	0-5	argila	23,5	11,3	5 YR 3/3	ocupado por braquiária
		b	5-55	argila	28,6	114,7	FOR GLEY 2,5/N	
		c	55-110	argila	17,4	92,5	FOR GLEY 2,5/PB	
		d	110-210	argila	16,4	80,6	FOR GLEY 2,5/PB	
LENÇOL FREÁTICO ENCONTRADO A 250 cm								
4 (borda direita de vereda)	1 (alta vertente)	a	0-100	areia	solo hidromórfico			gley
		2 (baixa vertente)	a	0-25	franco-argilosa	6,1	13,3	FOR GLEY 3/N
	b		25-34	areia			Cinza escuro	
	3 fundo do "canal" da vereda	a	0-50	argila		103,8	FOR GLEY 2,5/10 G	muitas raízes e campo de gramíneas
		b	50-60	areia	0,5	5,7	FOR GLEY 7/10 Y	
LENÇOL FREÁTICO ENCONTRADO ABAIXO DE 60 cm								

O lençol freático foi detectado a 1,88m, demonstrando que se encontra muito mais profundo do que na zona fora da vereda propriamente dita. Esse fato, associado ao espesso pacote de areia (85cm) sobre a turfa, indica a existência de processo de assoreamento

responsável pelo soterramento da zona central da vereda e pelo fato do lençol freático encontrar-se tão profundo. A transição abrupta plana, entre o solo hidromórfico na base e o colúvio no topo, permite interpretar a ocorrência de evento abrupto de deposição, o que impediu uma interdigitação ou mistura entre o material mais avermelhado e argiloso do colúvio e o arenoso do solo hidromórfico.

Foi aberto apenas um perfil de solo no fundo da vereda (zona central) ao longo do terceiro transecto. O material encontrado é argiloso, muito rico em matéria orgânica, sendo que o segundo volume pode ser classificado como turfa. De todos os perfis, este parece se enquadrar nas descrições mais clássicas das áreas hidromórficas das veredas, identificada por Melo (1992), como uma zona de campo higrófilo, rico em ciperáceas na média/baixa vertente, onde o horizonte superficial, rico em matéria orgânica é mais espesso em direção à base da vertente e uma zona encharcada, com a ocorrência de solos turfosos, onde se destaca a palmeira “buriti”. Em função, no entanto do impacto já detectado nessa vereda, o lençol freático não aflora, tendo sido observado à 2,5m de profundidade.

O radargrama desse transecto (T2) mostra uma concavidade mais pronunciada do que a do primeiro radargrama, e que coincide com a porção central do “canal” da vereda.

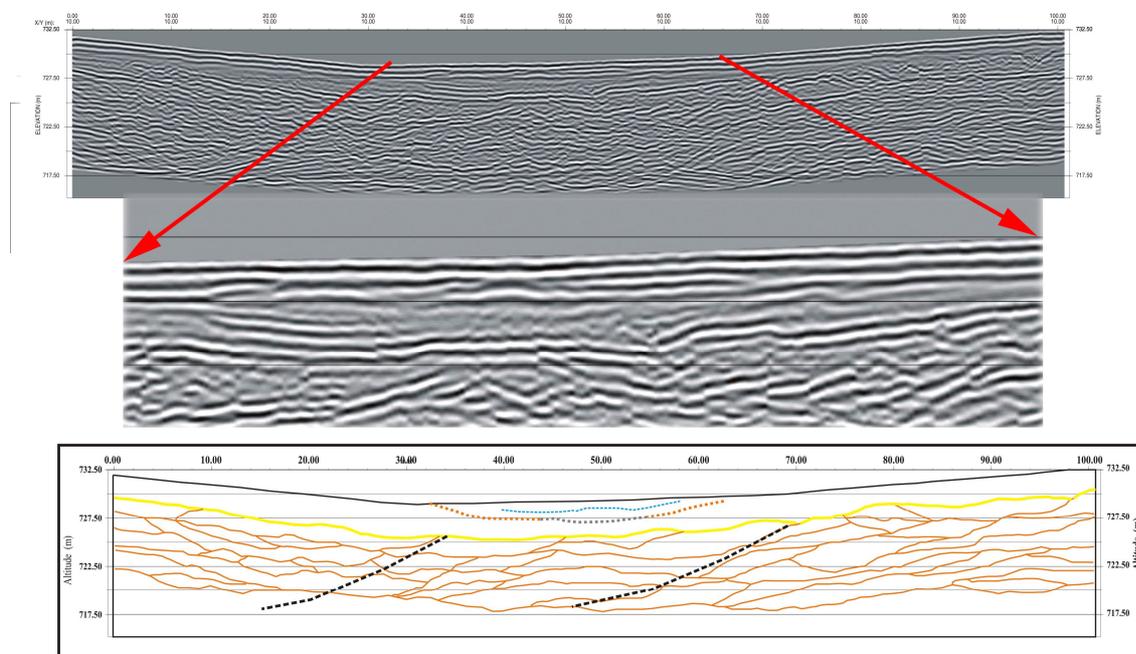


FIGURA 4: Radargrama-Transecto 2- Vereda do Jatobá

O perfil de solo aberto na porção central da vereda, possibilitou a identificação de dois volumes pedológicos bastante distintos, o que pode ser também verificado através do reflexores do radargrama. Eles marcam exatamente a diferença dos níveis de refletância desses dois volumes. Sob estes, reaparece o mesmo padrão identificado no primeiro radargrama, correlativo à estrutura da areia da Formação Areado, portanto de material “in situ”. As linhas difusas logo abaixo do limite entre os volumes pedológicos, parecem, por outro lado, estar associadas à ocorrência do lençol freático, já bastante rebaixado em função do impacto antrópico nessa vereda.

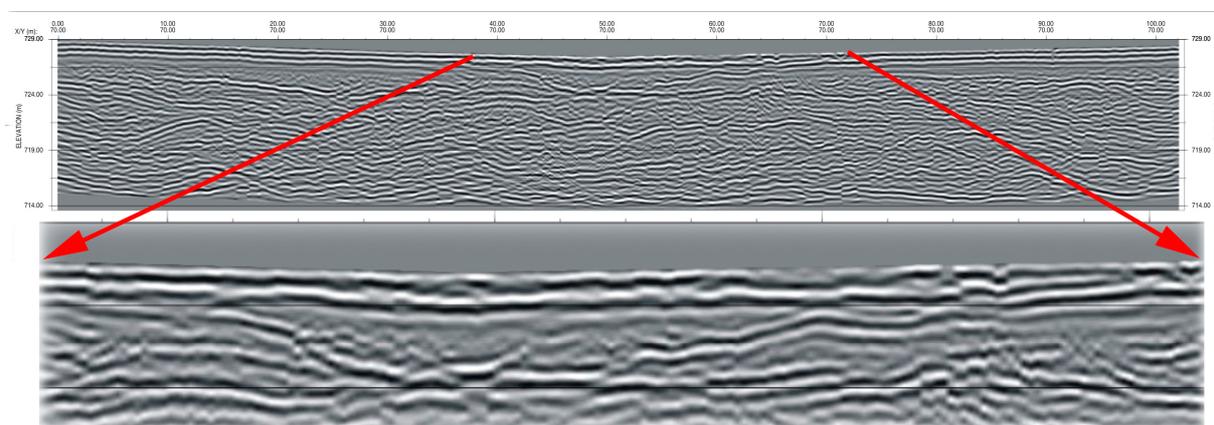


FIGURA 5a: Radargrama-Transsecto 3-Vereda do Jatobá

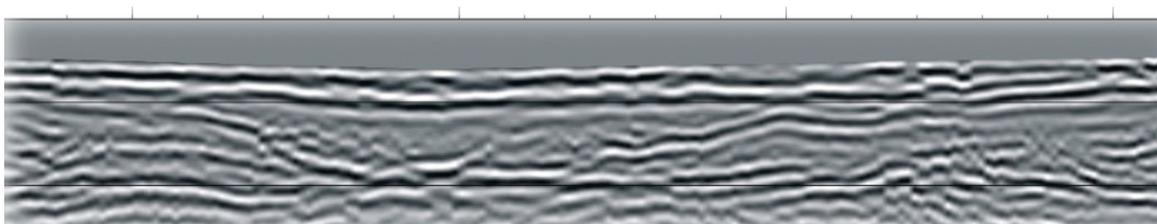


FIGURA 5b: Detalhe do Radargrama-Transsecto 3-Vereda do Jatobá

O terceiro transecto foi realizado entre as porções média e baixa da vereda. Foi aberto apenas 1 perfil de solo, na porção central do “canal” da vereda, na zona de solos hidromórficos pouco assoreados e com falhas no renque de buritis, atualmente usado para pastejo melhorado, com o plantio de braquiária.

Com profundidade de 2,50 m apresenta seqüência de 4 isovolumes e parece representar o típico solo hidromórfico e volume tampão, responsável pela retenção da água na e próxima à superfície, típica das veredas. Os primeiros 5cm são formados por um colúvio argiloso, com estrutura granular e cor(seca) Bruno-avermelhado escuro (5YR 3/3), com 23,5% de matéria orgânica e umidade atual (após as primeiras chuvas de outubro) de 11,3%. A presença deste colúvio pouco espesso indica que esta zona, em função possivelmente da densa (ainda) cobertura vegetal, encontra-se relativamente protegida da erosão das bordas da vereda.

O segundo volume tem 50cm de espessura, cor preta (GLEY 2.5/N), textura muito argilosa com 28.6% umidade de matéria orgânica e 114.7% de umidade atual. Este volume, portanto, pode ser considerado como turfa, em função do percentual de matéria orgânica.

O volume 3 conta com espessura e textura argilosa, iguais aos do segundo isovolume, mas a cor é preto-azulado (GLEY 2.5/PB) e a percentagem de matéria orgânica (16,4%) e umidade atual são mais baixas (92,5%). O volume 4, com um metro de espessura, apresenta textura argilosa (17,4%) e 80,6% de umidade atual.

O nível freático, observável pelo excesso de água na sondagem por trado, foi encontrado à 2,05 m de profundidade.

O radargrama desse perfil mostra uma evolução mais complexa do que os anteriores, em especial na porção central da vereda. Lateralmente observa-se o abaulamento do “canal”, abaulamento este que se torna difuso na porção central, indicando possivelmente seqüências de entulhamento e retrabalhamento do canal pela água, mesmo sob condições de baixa energia.

Isto levanta a questão se essas depressões constituiriam ‘pseudo-dolinas’, desenvolvidas pela dissolução seja dos substratos mais profundos do calcáreo, seja da sílica da seqüência Areado, que teriam, com a maior umidade do clima, encontrado saída e se estruturado em redes de drenagem exorréica.

No quarto transecto (a 400m da cabeceira) foram abertos 4 perfis de solo: dois na borda direita da vereda, sendo um na alta e outro na meia vertente e o terceiro no fundo do canal. O solo (1m) localizado mais no alto, é formado basicamente por areia (gley), com enriquecimento de matéria orgânica. O da baixa vertente é mais estruturado, apresentando dois isovolumes, um argilo-arenoso e o outro de areia, ambos escuros e com evidências (gley), de drenagem pouco efetiva.

O terceiro perfil foi aberto no fundo do canal da vereda e é formado de argila escura, Gley, demonstrando a presença de matéria orgânica e da água sazonal. A ocorrência de solo hidromórfico com transição difusa entre os dois isovolumes parece indicar a ocorrência de processos lentos de deposição ou de pedogênese do material, em situação de baixa perturbação das condições ambientais locais para que esses processos pudessem ocorrer.

O radargrama desse transecto (4), é o mais complexo mostrando que a evolução dessa vereda nessa porção passou por diversas fases de ajuste da zona (canal) preferencial de escoamento. Lateralmente, nos dois sentidos, é possível detectar zona de deposição com início de abaulamento, que se encontra, hoje, mais claramente definido na zona central da vereda.

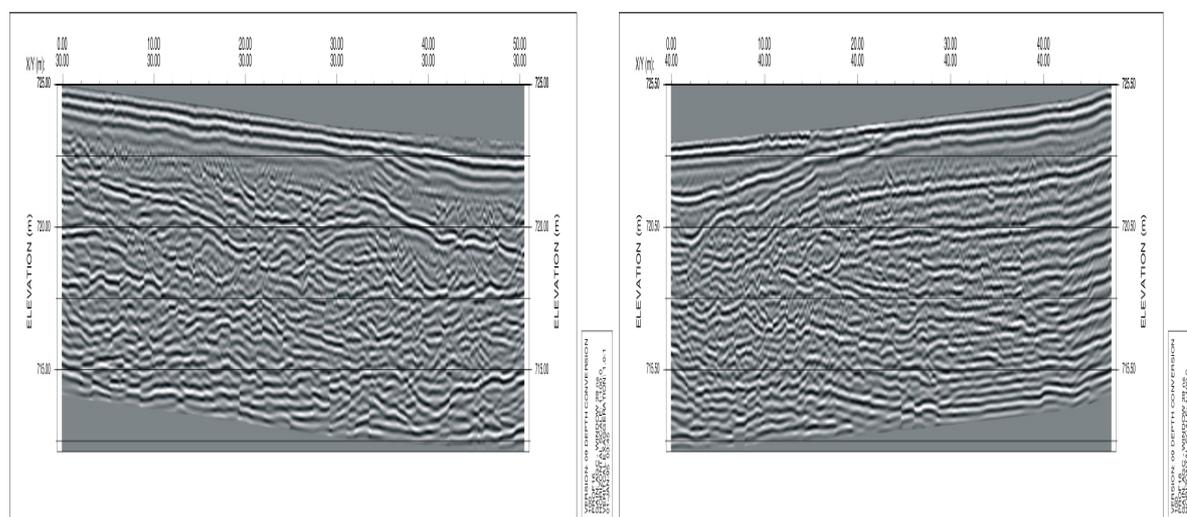


FIGURA 6: Radargrama-Transecto 4-Vereda do Jatobá

Por outro lado, na zona central, verifica-se a ocorrência de mais do que uma estrutura profunda e côncava, mostrando que a vereda passou em tempos pretéritos por pelo menos duas fases de encaixe e assoreamento na zona central. Essas feições demonstram aparentemente tentativas de encaixe do canal, que parece ter vagado por uma área lateral muito maior do que a atual. Depois do encaixe, a ocorrência de deposição, incisão, deposição e incisão pode ser interpretado como resultantes de condições possivelmente anteriores à formação da vereda, pois indicam mais energia hidráulica.

Segundo Augustin (comunicação oral, 2008), é fundamental a ocorrência de um ambiente hidrológico relativamente tranquilo, que permita a deposição da matéria orgânica e a

argila, e impeça a ação erosiva da água, para o desenvolvimento de uma vereda. Declividades muito acentuadas exercem um profundo impacto sobre essa dinâmica hidrológica, pois aceleram a capacidade erosiva da água e criam um fluxo que tende a dissecar as camadas orgânicas, atingindo horizontes mais profundos e mais susceptíveis à erosão. Uma vez desenvolvido um canal, a tendência é a de que a vegetação original se modifique e que espécies do cerrado, cerradão e mesmo de matas ciliares passem paulatinamente a substituir àquelas típicas das veredas.

Portanto, para que a vegetação tão típica possa se estabelecer é necessária a presença de uma zona úmida, com uma camada de matéria orgânica/argilosa que funciona como camada tampão, impedindo o esvaziamento da zona saturada e de baixa energia hidráulica. Esta pode ser resultante tanto da declividade longitudinal pouco acentuada do canal, e também das bordas das veredas, como da presença de espessas camadas de areia que, além de filtrarem a matéria orgânica contribuindo para a retenção das mesmas, desaceleram a velocidade da água de superfície e de subsuperfície.

Boaventura (1988), em estudo de casos, apresenta o conceito geral de veredas como sendo vales rasos, com vertentes côncavas suaves, cobertas por solos argilosos, freqüentemente turfosos. Os dados levantados no estudo dessa vereda demonstram que essas feições não são encontradas mais em sua plenitude. O lençol freático, por exemplo, já não aflora em toda a sua extensão, ou está muito próximo da superfície, embora entre a zona encharcada, pantanosa e a zona de cerrados adjacentes, ainda ocorram zonas arenosas menos úmidas, com vegetação rasteira.

5. Conclusão

Os dados deste estudo indicam variações na estrutura subsuperficial e na presença da água ao longo de uma vereda típica do norte de Minas Gerais. As transformações identificadas têm tanto caráter antrópico, quanto natural, como detectado no último transecto (radargrama).

Quanto ao impacto antrópico, observa-se que toda a comunidade hidrófila típica das veredas começa a apresentar sinais de degradação generalizada. As condições para a manutenção do equilíbrio hídrico-pedogeomorfológico fundamental para garantir esse ecossistema, estão sendo alteradas. Pouco se conhece sobre a capacidade regenerativa desses

ecossistemas e sobre as consequências diretas e indiretas do desaparecimento ou degradação muito intensa das veredas na rede de drenagem do norte de Minas Gerais, uma vez que elas são os principais contribuintes dos rios mais importantes da área.

Do ponto de vista natural, dados diretos e indiretos parecem indicar fases pretéritas de tentativas de organização da zona de escoamento preferencial (canal), às quais não foi possível associar com a presença já da cobertura típica das veredas. No entanto, os dados dos perfis de solo e dos radargramas apontam também para a ocorrência de processos recentes de assoreamento dessa vereda, provocando o rebaixamento aparente do lençol freático. Esse rebaixamento é aparente porque, na realidade, encontra-se soterrado pela grande quantidade de material trazido pela erosão tanto à montante, quanto nas bordas da vereda.

Ressalta-se, portanto, a necessidade de estudos mais aprofundados sobre as veredas para que seja possível melhor defini-las e caracterizá-las a partir de análises integradas do meio biofísico. Somente a partir da melhor compreensão do seu papel ambiental, será possível a adoção de políticas de uso e ocupação adequadas das áreas de ocorrência das mesmas.

5- Referências bibliográficas

- ARANHA, P.R.A. 2003. Estudo das coberturas superficiais e sua dinâmica na região de Gouveia, Serra do Espinhaço, MG: utilizando o Radar de Penetração no Solo (GPR). Tese de Doutorado, UFOP, Ouro Preto, 305p.
- ARAÚJO, G. M. et al. Composição Florística de Veredas do Município de Uberlândia. Revista Brasileira de Botânica v.25, n.4, p.475-493,2002.
- AUGUSTIN, C.H.R.R. 2008. Trabalho de campo na região das veredas de Buritizeiro. Comunicação Oral.
- BAGGIO FILHO, H. Alterações na paisagem natural e agrícola do Município de Buritizeiro-MG: implicações do plantio generalizado de Eucaliptos e Pinus no meio ambiente físico biológico e sócio/econômico.2002.149f.Dissertação(Mestrado em Geografia-Instituto de Geociências,Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte,2002.
- BARBOSA, G. V. Relevô.In: BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico da economia mineira: o espaço natural.Belo Horizonte:BDMG, 1967. v2. p.69-108.

- BENSON, A.K., (1995): Applications of GPR in assessing some geological hazards: examples of ground water contamination, faults, cavities. *Journal of Applied Geophysics*, V.33, p.177-193.
- BOAVENTURA, R. S. Contribuição aos estudos sobre a evolução das veredas. In: Características geomorfológicas. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS- CETEC. Plano de Desenvolvimento integrado do Noroeste Mineiro, 2:recursos naturais. Belo Horizonte:CETEC, 1981.
- BOAVENTURA, R. S. Preservação das veredas: síntese. IN: ENCONTRO LATINO AMERICANO RELAÇÃO SER HUMANO-AMBIENTE,2.,1988,Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: FUMEC, 1988, p. 109-118.
- BRANCO, J. J. R. Roteiro geológico de Belo Horizonte-Brasília. In: ROTEIRO para excursão Belo Horizonte-Brasília. Belo Horizonte: Instituto de Pesquisas Radioativas da UFMG, 1961 (Publicação.15).
- CASTRO, J. P. C. As veredas e sua proteção jurídica. Fundação J. P.-Análise e Conjuntura, Belo Horizonte, v.10, n. 5-6, p. 321-333, maio/jun. 1980.
- CORRÊA, G. F. Les microreliefs "Murunduns"et leur environnement pedologique dans l'Ouest de Minas Gerais: region du Plateau Central Bresilien.1989. These (Docteur)-L'Université de Nancy, France, 1989.
- DANIELS, D.J.; GUNTON, D.J. & SCOTT, H.F. (1988): Introduction to subsurface radar. *Proceedings of the IEEE* 135 (part F, N. 4), 277-320.
- DAVIS, J.L. & ANNAN, A.P. (1989): Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*. 37, p. 531 -551.
- ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS,3., 1978, Fortaleza. ANAIS...Fortaleza: AGB/UFC, 1978. 1 CD-ROM.
- FERREIRA, I. M.;TROPMAIR, H. Aspectos do Cerrado:análise comparativa espacial e temporal dos impactos no subsistema de veredas do Chapadão de Catalão (GO). In:GERARDI, L. H. O.;LOMBARDO, M. A. (Org.) Sociedade e natureza na visão da Geografia. Rio Claro: Programa de Pós-graduação em Geografia Teórica-AGETEO, 2004.p.135-152.
- FISHER, E.; McMECHAN, G.A. & ANNAN, A.P. (1992): Acquisition and processing of wide-aperture ground penetrating radar. *Geophys*, 57, 495-504

- FREYBERG, B. V. Ergebnisse forschungen in Minas Gerais (Brasília). Miner. Geol., Mimeografado apud BARBOSA, G. V. Relevo. In: BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. Diagnóstico da economia mineira: espaço natural-Belo Horizonte: BDMG, 1967. v.2, p.69-108.
- HARA, T. & SAKAYMA, T. (1985): The applicability of ground probing radar to site investigations. OYO , RP- 4159 , 32 p.
- HUGGENBERGER, P.; MEIER , E. & PUGIN, A. (1994): Ground probing radar as a tool for heterogeneity estimation in gravel deposits: advances in data - processing and facies analysis. Journal. of Applied Geophysics, 31, p.171 - 184.
- LIMA, S. DO C. As veredas do ribeirão Panga no Triângulo mineiro e a evolução da paisagem. 1996. 260f. Tese (Doutorado em Geografia física). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- MELO, D. R DE. Contribuição ao estudo geomorfológico de veredas: região de Pirapora, MG. 1978. 48f. Monografia(Graduação em Geografia). Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte,1978.
- MELO, D. R DE. As veredas nos planaltos do Noroeste Mineiro; caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 7. Curitiba, PR. Anais...Curitiba: UFPR, 1997. v.2.
- MELO, D. R DE. As veredas nos planaltos do Noroeste Mineiro; caracterizações pedológicas e os aspectos morfológicos e evolutivos. 1992, 218f Dissertação (Mestrado em Geografia)- Departamento de geografia e Planejamento Regional, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro,SP,1992.
- NEVES, F.A.P.S.; ARANHA, P.R.A.; LUCIO, P.S., 1997. Estudos de voçorocas usando GPR. *In*: Simpósio Regional de Geologia (SBG), Penedo. Resumos. 120p.
- RAMOS, M. V. V. Caracterização dos solos, da estrutura fitossociológica e do estado nutricional da vegetação de veredas em diferentes superfícies geomorfológicas no Triângulo mineiro. 2004. 128f. Tese (Doutorado em Ecologia). Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

- RIBEIRO, J. F.;WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGRÍCOLA. Cerrado: ambiente e flora.Planaltina, DF. Editora Sueli Sano e Semíramis Pedrosa de Almeida,1998. p. 89-117.
- ROCHA, L. ° SAVASSI. As veredas do sertão rosiano. Revista Literária da UFMG, Belo Horizonte, V.16, n.16, p. 135-143, nov. 1981.
- SILVEIRA-BUENO, F. da. Grande Dicionário Etmológico Prosódico da língua Portuguesa. São Paulo: Editora Lessa, 1967.
- SOTCHAVA, V. B. O estudo de Geossistemas. Tradução de The study of geosystems.In: THE INTERNACIONAL GEOGRAPHY CONGRESS,22.,1976. Reports of...apud Métodos em Questão, São Paulo: IG-USP, 1977.V.16, 52p.
- SPIX & MARTIUS. Viagem pelo Brasil Volume 2. Editora Itatiaia Ltda e Editora da Universidade de São Paulo.1981, 301p.
- VIANA, M. B. Programa de preservação de veredas na área de influência da UEH de Miranda. 1987. 25f. Monografia(Curso de Especialização em Análise Ambiental)- Departamento de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo horizonte, 1987.