

## **IX-013 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE OS PROCESSOS DESNUDACIONAIS RECORRENTES EM CACHOEIRA DO CAMPO – OURO PRETO/MG**

**Luisa Cardoso Maia<sup>(1)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Itajubá. Mestre em Tecnologias Ambientais pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto (ProAmb/UFOP). Doutoranda em Tecnologias Ambientais no ProAmb/UFOP.

**Grazielle Rocha dos Santos<sup>(2)</sup>**

Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Ouro Preto. Mestre em Meio Ambiente pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Ouro Preto (ProAmb/UFOP). Doutoranda em Meio Ambiente no ProAmb/UFOP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Campus Morro do Cruzeiro – S/N – Bauxita – Ouro Preto- MG - CEP: 35400-000 - Brasil - Tel: (31) 9 95380029 - e-mail: luisacardosomaia@gmail.com

### **RESUMO**

O presente estudo teve como principal objetivo realizar uma análise das causas dos processos de erosão e movimentação de massas no Distrito de Cachoeira do Campo (Ouro Preto/MG), uma vez que são ocorrências constantes na área. A importância da região se acentua devido à mesma estar inserida no Quadrilátero Ferrífero, um importante polo mundial de exploração de minério de ferro, verificando-se que o local é impactado pelas atividades ligadas à mineração desde a sua criação. Nesse contexto para a realização dessa pesquisa foi realizado uma caracterização da região, buscando principalmente relacionar as intervenções antrópicas com os processos desnudacionais. Como resultado foi verificado que os primeiros processos de voçorocamento/ravinamento da região se devem a práticas realizadas no local na época da exploração de ouro, onde foram construídas valas para marcar a divisa de territórios, e consequentemente a retirada da vegetação, sendo esses processos agravados pelo escoamento superficial nos períodos chuvosos. Ainda foi possível verificar algumas práticas de uso e manejo do solo que acabam por estimular e/ou intensificar os movimentos de massa e erosão, sendo principalmente presença de ferrovia; práticas de cercamento, cortes na geometria do terreno para construção de estradas, falta de canaletas de drenagem nas estradas em algumas áreas e/ou o mal dimensionamento das mesmas; presença de linhas de transmissão no local e pecuária extensiva. Características como regime de chuvas e a declividade da área avaliada também atuam como agentes intensificadores dos processos desnudacionais, uma vez que reduzem a resistência do solo e acabam provocando movimentos de massas. Conclui-se, portanto, que o Distrito de Cachoeira do Campo possui características intrínsecas, como altitude e regime pluviométrico, que atrelado às atividades de uso e ocupação do solo e também a retirada da vegetação, prática datada desde a extração do ouro na região, acabam por agravar os processos de erosão e movimentos de massa recorrentes na região.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processos desnudacionais, erosão, movimentação de massa, condicionantes ambientais.

### **INTRODUÇÃO**

O presente estudo ocorreu no Distrito de Cachoeira do Campo, pertencente ao município de Ouro Preto – MG, situado na rodovia dos Inconfidentes (BR-356, Km 72). A área se caracteriza pela acentuada presença de processos de movimentação de massa e processos erosivos, marcado por voçorocas de grandes proporções e ravinas, contribuindo para a ocorrência de diversos problemas ambientais e sociais na região.

Sendo assim trata-se de uma área altamente propensa a movimentação de massa e processos erosivos, visto que a região foi intensamente impactada pela retirada indiscriminada de vegetação nativa durante o período do ciclo do ouro em Ouro Preto, servindo como base de produção de alimentos para sustentação do município. Um dos principais fatores que ocasionaram o início do voçorocamento e/ou ravinamento são as marcas de

valas de divisa e prática de divisão de propriedades realizadas no período (SOBREIRA, 1998 apud CHEROBIN, 2012).

Segundo Chuquipiondo (2007), as voçorocas atuam de forma intensa a desagregar as partículas dos solos, sendo agravadas pelo tempo e caracterizadas pela evolução de sulcos erosivos, atingindo o horizonte C e o nível d'água do solo. O processo é considerado pelo seu grande poder destrutivo, responsável por inutilizar grandes extensões de terra (CHEROBIN, 2012). Enquanto que os movimentos de massa ocorrem basicamente quando as forças de tração, dadas pela gravidade atuando na declividade do terreno, superam as forças de resistência do solo, agindo de forma acelerada e provocando a movimentação de grandes massas de solo.

Dessa maneira, o processo erosivo é o resultado de um conjunto de condições específicas, sendo os fatores que influenciam sua formação: características climáticas; cobertura vegetal; as características pedológicas do solo (erodibilidade do solo); espessura do Solum (horizonte A e B) e profundidade do horizonte C; características das encostas e o uso e manejo do solo. Já a ocorrência de processos desnudacionais de movimentação de massa é influenciada pela topografia do local, geologia, variáveis climáticas e pelo uso e ocupação do solo.

## OBJETIVO

O presente trabalho tem por pressuposto a elaboração de um diagnóstico ambiental no distrito de Cachoeira do Campo (Ouro Preto/MG) em relação às condicionantes ambientais e antrópicas atreladas à erosão e movimentação de massa, tendo em vista que se trata de uma área caracterizada pela intensa presença de processos desnudacionais.

## METODOLOGIA

O estudo foi realizado no Distrito de Cachoeira do Campo, pertencente ao município de Ouro Preto/MG, situado na rodovia dos Inconfidentes (BR-356). O trajeto de estudo iniciou-se na seguinte coordenada: 20° 24' 37,89" S 43° 40' 34,87" N, sendo percorridos 7,6 km, finalizando-se o percurso na coordenada 20° 21' 52,86" S 43° 39' 49,18" N.

O trabalho foi composto de duas etapas principais, a caracterização da área de estudo e a análise dos processos desnudacionais recorrentes na mesma. Com isso, buscou-se propor medidas mitigatórias que se adequassem à realidade da região, proporcionando a realização de um manejo do solo compatível à suas potencialidades e fragilidades.

A caracterização da área de estudo foi realizada a partir do levantamento de dados secundários relacionados aos seguintes aspectos: clima, classes de solo, geomorfologia e uso e ocupação do solo. A análise pluviométrica foi realizada através de levantamento de dados de duas estações situadas próximas ao local de estudo, encontrando-se a uma distância de 79,3 km e 55,1 km, respectivamente. Isto se justifica pelo fato da estação de Cachoeira do Campo não apresentar dados recentes, sendo necessária a obtenção dos mesmos em locais que apresentem características de relevo semelhantes e dentro de um raio de 200 km da área de estudo, tal como pode ser observado nas seguintes estações:

- Belo Horizonte (Horto): Código INMET 01943055, bacia Rio São Francisco e Sub-bacia Rio das Velhas;
- Congonhas (Linígrafo): Código ANA 02043013, bacia Rio São Francisco e sub-bacia Rio Paraopeba.

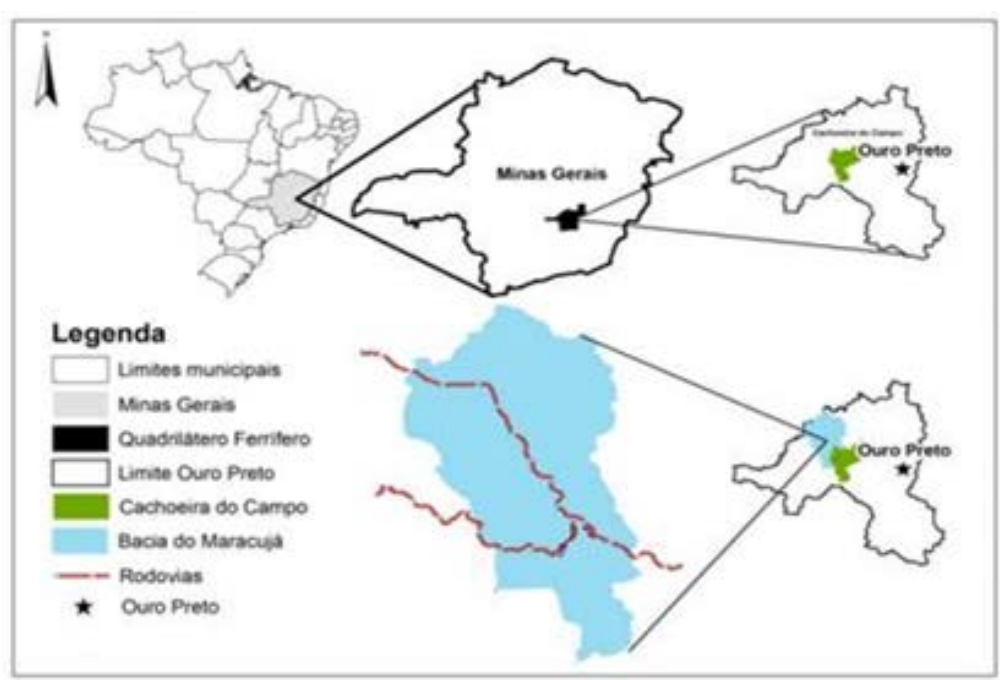
Além disso, foram utilizados os dados obtidos na estação de Itabirito, que se encontra a uma distância de 24,1km de Cachoeira do Campo (linígrafo) (código ANA nº 02043060, bacia Rio São Francisco e sub-bacia Rio das Velhas) como base de comparação com as outras estações para elaborar um perfil pluviométrico do Distrito de Cachoeira do Campo. Posteriormente, os dados de caracterização da área de estudo foram atrelados aos processos desnudacionais verificados na região a partir de trabalho de campo, definindo-se, a partir disso, possíveis alternativas de manejo do solo.

## RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

### ÁREA DE ESTUDO

O Distrito de Cachoeira do Campo situa-se entre a sede do município de Ouro Preto (18 km) e Belo Horizonte, estando inserido em uma importante província geológica do estado de Minas Gerais, o Quadrilátero Ferrífero (CHEROBIN, 2012). A área encontra-se no Complexo Metamórfico do Bação (Figura 1), sendo referente à forma rebaixada do Quadrilátero Ferrífero. Nessa região, destaca-se na paisagem a presença de grandes ravinas e voçorocas que representam a evolução geomorfológica atual, sendo caracterizada por um comportamento intempérico diferenciado (SOBREIRA et al., 2001).

Um dos principais fatores que ocasionaram o início do voçorocamento e/ou ravinamento da região deve-se a marcas de valas de divisa e prática de divisão de propriedades realizadas anteriormente, sendo agravados pelo arraste de material ocasionado pela água da chuva (SOBREIRA, 1998 apud CHEROBIN, 2012).

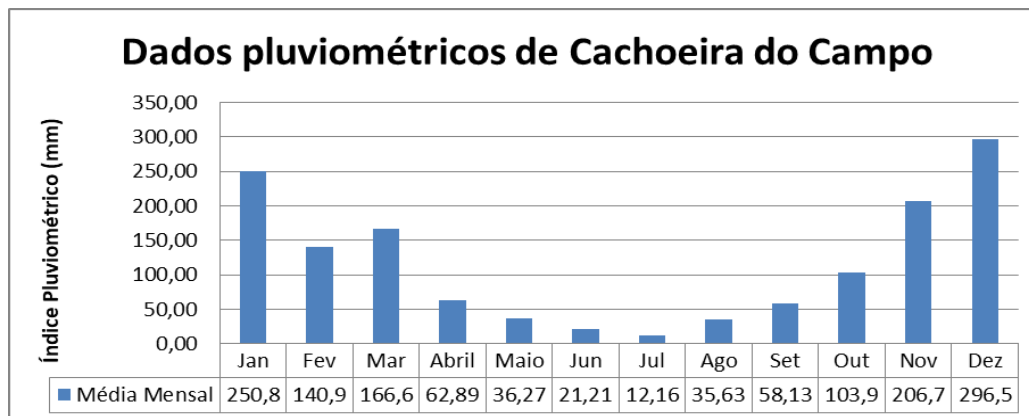


**Figura 1 – Localização da Área de Estudo**

Fonte: Adaptado Cherobin (2012)

### CLIMA

Segundo classificação do Koppen, o clima da região é do tipo CWb onde C representa climas temperados chuvosos e quentes, W representa estação seca de inverno, e b verão moderadamente quente. A pluviosidade média anual fica em torno de 1.306 mm (PARZANESE, 1991 apud CHEROBIN, 2012). Dessa forma, tendo como base os dados da estação de Itabirito, que foram validados por meio da comparação com os dados levantados das estações de Belo Horizonte e Congonhas, foi feito a média mensal de todos os anos, obtendo-se um índice pluviométrico anual de aproximadamente 1390 mm. A região apresenta períodos de chuva e escassez bem definidos, com valores máximos nos meses de dezembro (296,5 mm) e janeiro (250,8) e valores de mínima no mês julho (12,16 mm), como demonstrados na Figura 2.



**Figura 2- Dados Pluviométricos do Distrito de Cachoeira do Campo**

## GEOMORFOLOGIA

Em relação à geomorfologia do local, observou-se a predominância de relevo caracterizado por mares de morros, com encostas suaves e topos convexos, circundados por serras com vertentes mais íngremes. De acordo com a carta dos domínios geomorfológicos da Bacia do Rio do Maracujá, nota-se a predominância de morrotes (com desnivelamento menor que 70 metros), colinas (com desnivelamento menor que 70 metros) e, em menor escala, morros com desnivelamento frequentemente entre 70 a 140 metros. (CHEROBIN, 2012).

## CLASSES DE SOLO

De acordo com o mapa de solos obtido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), notou-se que as classes de solo existentes na área de estudo são Latossolo vermelho amarelo distrófico e Cambissolo háplico distrófico, tendo predominância deste último. Em campo, foi observada a presença de Latossolo vermelho amarelo distrófico, em menor escala, ao final do percurso de estudo.

Segundo Cherobin (2012), os Latossolos, que são relativamente menos erodíveis, podem sofrer o desenvolvimento de voçorocas quando estas forem induzidas por elevadas concentrações de águas superficiais, sem dissipação de energia, cuja ação de aprofundamento no solo atinja o lençol freático. Já os Cambissolos háplicos distróficos estão presentes na Bacia do Rio Maracujá na porção mais ao sul, predominando na área de estudo e sendo solos pouco desenvolvidos, com horizonte B incipiente, sendo muito propensos ao processo erosivo quando sujeitos a áreas de elevadas concentrações de águas superficiais.

## USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O uso desordenado da área, citado anteriormente, pode ser considerado como um dos principais fatores que desencadearam o voçorocamento/ravinamento e movimentação de massa na região. Atrelado a isso, tem-se o uso e ocupação atual do Distrito de Cachoeira do Campo, onde a população nativa vive em pequenas propriedades, praticando uma agricultura de subsistência ou então trabalhando nas maiores propriedades (CHEROBIN, 2012).

No trabalho de campo foi possível notar práticas de uso e manejo inadequados, favorecendo o desenvolvimento dos processos denudacionais da área, podendo-se citar os principais como sendo: presença de ferrovia, mudando a geometria e estabilidade do local; práticas de cercamento, ocasionando fluxos prioritários e concentrados de águas superficiais; cortes na geometria do terreno para construção de estradas, diminuindo a estabilidade do solo; falta de canaletas de drenagem nas estradas em algumas áreas e/ou o mal dimensionamento das mesmas; presença de linhas de transmissão no local e pecuária extensiva.

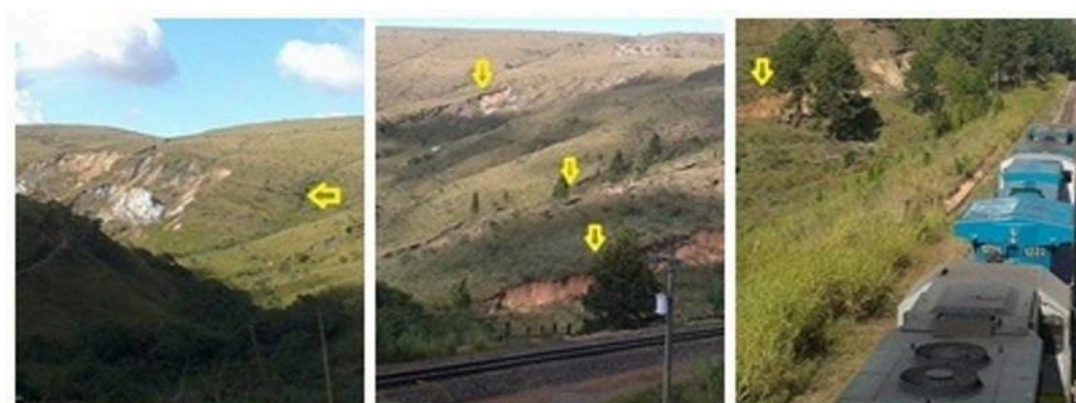
### ANÁLISE DOS PROCESSOS DESNUDACIONAIS DA ÁREA

A Figura 3 demonstra a instabilidade ocasionada pelos cortes na geometria do terreno gerados pela construção da ferrovia, afetando a força de resistência do solo e, consequentemente, provocando o processo de movimentação de massa do tipo slide visto na figura do meio. A declividade acentuada do ponto em conjunto com o regime pluviométrico da região também foram fatores relevantes. Pode-se perceber também a influência do relevo e classe de solo para a formação de uma grande voçoroca com a presença de horizonte C exposto (representada na primeira figura). Trata-se de um Cambissolo, tidos como solos pouco desenvolvidos, sendo muito propensos ao processo erosivo quando sujeitos a áreas de elevadas concentrações de águas superficiais.



**Figura 3 – Processos desnudacionais observados na área de estudo**

A primeira foto da sequência (Figura 4) representa a movimentação de massa do tipo slide com a posterior deposição da cobertura vegetal no terço inferior de encosta. Tal processo tem como um dos principais fatores a alta declividade a que o local está sujeito em conjunto com o regime pluviométrico da região, reduzindo a força de resistência do solo e provocando o processo desnudacional. Por outro lado, na segunda foto da sequência verifica-se a presença de sulcos erosivos no retaludamento da encosta. Tal fato demonstra que tal retaludamento não foi suficiente para reduzir a força de escoamento da água e sua posterior capacidade de arraste e transporte de partículas do solo, representando a gravidade dos processos denudacionais da área.



**Figura 4 – Evidência de processo de movimentação de massa e sulcos erosivos**

Em relação às duas primeiras fotos da sequência da Figura 5 observa-se o desenvolvimento do processo de movimentação de massa por queda de blocos, ocasionado, principalmente, pela geologia do local, tratando-se de rochas fraturadas e intemperizadas, tal como pela acentuada declividade a que a área está submetida. Além disso, em todas as figuras nota-se também a influência do corte da estrada na estabilidade do local, favorecendo o início dos processos desnudacionais.





**Figura 5 – Representação das feições geológicas identificadas em campo**

Em todas as sequências da Figura 6 observa-se a presença de grandes sulcos erosivos que se evoluíram e transformaram-se em extensas voçorocas. Ambos os processos ocorreram ao longo da estrada, sendo intensificados principalmente pela falta de sistemas de drenagem no local e fluxos concentrados e preferenciais do escoamento superficial, com alta velocidade de escoamento. Nota-se também a acentuada declividade a que todos estão submetidos tal como o procedimento inadequado de manejo realizado para conter a voçoroca representada nas duas primeiras sequências. A utilização de pedras sobrepostas na voçoroca objetiva reduzir a energia e escoamento das águas superficiais. Na terceira foto da sequência observa-se também processos de movimentação de massa do tipo slide, o que se justifica pela alta declividade a que o solo está sujeito em conjunto com as condições climáticas da região.



**Figura 6 – Representação de extensas voçorocas identificadas em campo**

Já na Figura 7 observam-se duas sequências que representam processos de movimentação de massa. Na primeira sequência nota-se o processo de movimentação de massa do tipo slump, já revegetado, e a presença de uma voçoroca também revegetada, ambos contidos em área de morros com acentuada declividade. Na segunda sequência observa-se o processo desnudacional de movimentação de massa do tipo slide, provocado principalmente pelo cercamento e pelos cortes feitos na geometria do terreno para construção da estrada, ocasionando a redução da estabilidade e a propiciando a posterior movimentação.



**Figura 7 – Evidências de Processos de Movimentação de Massa e Voçoroca**

A Figura 8 representa a mudança brusca de vegetação ocorrida no decorrer do trajeto. Nesta área foram observadas pouquíssimas ocorrências de processos denudacionais, sendo notado o processo de movimentação de massa do tipo slump representado na foto. Tal processo pode ter sido condicionado pela declividade do local, assim como pela força peso do solo, quando encharcado, provocando sua instabilidade e a posterior movimentação de massa.



**Figura 8 – Movimentação do tipo Slide**

Por outro lado, a Figura 9 apresenta processos erosivos do tipo ravina e processos de movimentação de massa do tipo slide em um Latossolo, com deposição da cobertura vegetal no terço inferior de encosta. Trata-se de um Latossolo de grande profundidade e bem intemperizado, com talude de grande declividade e sem presença de vegetação, fator preponderante. O horizonte B latossólico argiloso que ocorre na área é sujeito à erosão por sulcos por ser menos espesso no terço inferior das encostas, o que favorece o horizonte C siltoso a ficar exposto.



**Figura 9 – Evidência de processos desnudacionais em Latossolo**

A ação do efeito *splash* no solo e a posterior formação do encrostamento superficial faz com que a infiltração do solo diminua, aumentando a velocidade de escoamento superficial e a potencialidade de arraste e transporte de partículas do solo, acarretando no aumento da erosão.

Segundo Cherobin (2012), as voçorocas atuam de forma intensa a desagregar as partículas dos solos, sendo agravadas pelo tempo e caracterizadas pela evolução de sulcos erosivos, atingindo o horizonte C e o nível d' água do solo. O processo é considerado pelo seu grande poder destrutivo, responsável por inutilizar grandes extensões de terra. Enquanto que os movimentos de massa ocorrem basicamente quando as forças de tração, dadas pela gravidade atuando na declividade do terreno, superam as forças de resistência do solo, agindo de forma acelerada e provocando a movimentação de grandes massas de solo.

A formação de tais processos é ocasionada pelo conjunto de diversos fatores a que a área está submetida. O processo erosivo é o resultado de um conjunto de condições específicas, sendo os fatores que influenciam sua formação: características climáticas; cobertura vegetal; as características pedológicas do solo (erodibilidade do solo); espessura do Solum (horizonte A e B) e profundidade do horizonte C; características das encostas e o uso e manejo do solo. Já a ocorrência de processos desnudacionais de movimentação de massa é influenciada pela topografia do local, geologia, variáveis climáticas e pelo uso e ocupação do solo.

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados apresentados notou-se que o Distrito de Cachoeira do Campo apresenta áreas altamente propensas à movimentação de massa e a processos erosivos, visto que a região foi intensamente impactada pela retirada da indiscriminada da vegetação nativa durante o período do ciclo do ouro em Ouro Preto, servindo como base de produção de alimentos para sustentação do município.

Como pôde ser visto em campo e comprovado por estudos técnicos da região, trata-se de uma área de grande instabilidade, apresentando grande suscetibilidade aos processos desnudacionais (erosivos e de movimentação de massa), com a presença marcante de voçorocas, ravinas e movimentação de massa do tipo slides (predominante na área).

A área está sujeita a uma série de fatores determinantes que, em conjunto, são responsáveis por aferir grande propensão aos processos desnudacionais, tal como visto em campo, sendo agravados por ações antrópicas de manejo e conservação inadequadas. Nesse sentido, destaca-se as características dos solos e as condições geológicas e geomorfológicas da área com um fator preponderante ao surgimento e evolução das erosões.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PROPP/UFOP e à CAPES pelo auxílio financeiro concedido ao trabalho e à FAPEMIG pela bolsa de doutorado concedida ao primeiro autor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CHEROBIN, S.F. *Estimativa de erosão e sua relação com os diferentes mecanismos erosivos atuantes: estudo da voçoroca Vila Alegre*. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Ouro Preto, 2012.
2. CHUQUIPIONDO, I.G.V. *Avaliação da estimativa do potencial de erodibilidade de solos nas margens de cursos de água: estudo de caso trecho de vazão reduzida Capim Branco | Araguari Minas Gerais*. Dissertação de Mestrado - Escola de Engenharia - Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.
3. SOBREIRA, F.G. *Estudo das erosões de Cachoeira do Campo/MG*. Relatório FAPEMIG, Universidade Federal de Ouro Preto –Escola de Minas – Departamento de Geologia, 1998.
4. SOBREIRA, F.G., COSTA, F.M. *Estudo Preliminar das Voçorocas da Bacia do Rio Carioca, Quadrilátero Ferrífero, MG*. In: VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Goiânia, 2001.
5. UFV. UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *Mapa de Solos do Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2010.