



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO E USO DOS SOLOS DAS PROPRIEDADES RURAIS
AFETADAS PELOS REJEITOS DE MINERAÇÃO (LAMA DE MARIANA) - MG**

**VIÇOSA – MG
NOVEMBRO 2017**

**CARACTERIZAÇÃO E USO DOS SOLOS DAS PROPRIEDADES RURAIS
AFETADAS PELOS REJEITOS DE MINERAÇÃO (LAMA DE MARIANA) - MG**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de Viçosa como parte das
exigências para a obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo. Modalidade: Projeto.**

Orientador: João Luiz Lani

**Coorientadores: Cristiano Marcelo de Souza
Amanda Ávila Cardoso**

APROVADO: 06 de novembro de 2017.



Prof. João Luiz Lani
(orientador)
(UFV)

VIÇOSA – MG NOVEMBRO / 2017

RESUMO

**CARACTERIZAÇÃO E USO DOS SOLOS DAS PROPRIEDADES RURAIS
AFETADAS PELOS REJEITOS DE MINERAÇÃO (LAMA DE MARIANA) - MG**

RESUMO

O solo é o melhor estratificador de ambientes, com características pedogeomorfológicas distintas e que, portanto, requerem usos e manejos diferentes para cada área. Ambientes de solos afetados e contendo rejeitos de mineração, ainda são pouco estudados e conhecidos em relação a uso e ocupação por agricultores. Desse modo, o presente projeto será executado com o objetivo de planejamento do uso sustentável da terra, através da caracterização e levantamento dos solos das áreas afetadas pelo derrame contendo rejeitos de mineração da Barragem Fundão (SAMARCO) em diferentes pedogeosambientes. Além disso, será feita uma análise do perfil dos agricultores da região. O projeto será executado ao longo das margens do Rio Gualaxo do Norte, em um trecho compreendido entre Mariana e Barra Longa (MG). Após a caracterização das áreas afetadas, levantamento dos solos, identificação de áreas de preservação permanentes afetadas e análise do perfil dos agricultores da região, com auxílio de geotecnologias, serão estabelecidos dois novos mapas: um de classes de solos e outro da aptidão agrícola das terras para o planejamento de uso sustentável, possibilitando a retomada de atividades agrissilvipastoris na região.

SUMÁRIO

1 – IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA	1
2 - INTRODUÇÃO	2
2 - OBJETIVOS GERAIS	3
4 - REVISÃO DE LITERATURA	3
4.1 - O SOLO.....	3
4.2 - CLASSIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DE SOLOS	4
4.3 - USO ADEQUADO DO SOLO	6
4.4 - APTIDÃO AGRÍCOLA E PLANEJAMENTO DO USO DA TERRA	7
4.5 - MAPEAMENTO DE SOLOS, SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRAFICA E SENSORIAMENTO REMOTO.....	9
5 - MATERIAL E MÉTODOS	11
6 – ORÇAMENTO.....	13
7 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO.....	14
8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	15

1 – IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA

A) Identificação da Proposta

Título: CARACTERIZAÇÃO E USO DOS SOLOS DAS PROPRIEDADES RURAIS AFETADAS PELOS REJEITOS DE MINERAÇÃO (LAMA DE MARIANA) - MG

Proponente: Danilo César de Mello

CPF: 361.469.108-05

Tel: (031) 9 9204 0400

E-mail: danilo.mello@ufv.br

Formação: Estudante de Agronomia

Cargo/Função: Estagiário do Departamento de Solos (UFV)

Instituição Executora do Projeto (Brasil):

- Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Interveniente: Fundação Renova

2 - INTRODUÇÃO

O crescimento agronômico em uma região depende, em sua maioria, de conhecimentos detalhados dos recursos naturais. O solo é um dos recursos naturais mais utilizados para atender à crescente demanda por alimentos, em termos de quantidade e qualidade, requeridas pela humanidade (LAL, 2006).

O solo pode ser compreendido como sendo um corpo natural, formado pela interação da atmosfera, hidrosfera e biosfera com os materiais da litosfera. Sua constituição química e propriedades físicas refletem, portanto, a contribuição de cada fator de formação (material de origem, clima, relevo, tempo e organismos) (TOOMANIAN, 2013).

O solo possui propriedades pedogeomorfológicas, físicas, químicas e mineralógicas que regem sua classificação, aptidão e limitação quanto ao seu uso, as quais são muitas vezes negligenciadas durante a implementação e execução de atividades agrícolas. Os levantamentos de solos são os responsáveis por descrever e apresentar suas propriedades em uma determinada área classificando-o segundo um sistema de classificação taxonômica, delimitando-o em mapas com distribuição geográfica e fazer predições sobre o comportamento de um determinado tipo de solo, tendo como principal objetivo gerar dados sobre as propriedades dos mesmos, permitindo predições sobre a utilização da terra, com fins específicos, melhorando sua potencialidade produtiva (MILLER & SCHAETZL, 2012).

A utilização da terra para fins específicos compreende a aptidão agrícola, que é uma classificação técnica que reconhece o potencial agrícola de uso da terra, apreciando os entraves do solo em níveis de manejos distintos a partir de informações obtidas através do levantamento de solo. O cruzamento dos dados de aptidão agrícola com atual uso das terras e auxílio dos SIGs (Sistema de Informações Geográficas) consiste de um instrumento apropriado de planejamento, pois permite definir a inadequação entre uso e aptidão agrícola, fornecendo bases sustentáveis à utilização do solo.

No Brasil muitos proprietários rurais executam suas atividades agrícolas, sem um levantamento e planejamento prévio para o adequado uso da terra, acarretando em redução do potencial da produtividade agrícola e um aumento de riscos de degradação ambiental como erosão e assoreamento, resultando em uma agricultura pouco produtiva e não sustentável.

Para o planejamento prévio das atividades agrícolas, de forma a maximizar a produtividade das culturas é necessário o conhecimento da distribuição dos solos, de forma a favorecer o crescimento econômico e reduzir a degradação ambiental. Por meio da interpretação de levantamentos de recursos naturais, podem ser obtidas informações sobre a disponibilidade

das áreas, principalmente, com destaque para o recurso solo que, combinado com informações sobre clima e o desenvolvimento tecnológico, definem o potencial das áreas para vários tipos de utilização (MANZATTO et al., 2002).

No Brasil, ainda não existem trabalhos científicos específicos, que indiquem melhores métodos para determinação do potencial de uso de terras para diferentes atividades agrícolas, nas áreas que foram afetadas e cobertas por uma espessa camada de lama contendo rejeitos de mineração.

Pesquisas são necessárias nas áreas de caracterização e levantamento de solos com finalidade de se estabelecer novas aptidões agrícolas ou capacidade de uso das terras, que servem como base para o planejamento do uso sustentável da terra, para implementação e desenvolvimento de atividades agrícolas, desde a escolha de áreas mais aptas, recuperação de áreas alteradas e degradadas, até a seleção de áreas com menor risco de degradação ambiental.

2 - OBJETIVOS GERAIS

Planejamento de uso sustentável da terra dentro da realidade de cada agricultor e recuperação de áreas alteradas, nas propriedades afetadas pelo derrame de lama.

3 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Análise do perfil dos agricultores da região afetada, por meio de identificação das atividades agrícolas;

Levantamento e mapeamento de solos das áreas afetadas pelo derrame de lama;

Estabelecer mapas de solos e de novas aptidões agrícolas para o uso sustentável da terra;

Identificação das áreas de preservação permanente alteradas.

4 - REVISÃO DE LITERATURA

4.1 - O SOLO

O solo pode ser definido como resultado da atuação do tempo, clima, microrganismos e do relevo sobre o material de origem (geralmente uma rocha). Estes fatores são chamados de fatores de formação do solo. Estes podem ser divididos em ativos, passivos e controladores. Os ativos englobam o clima e microrganismos; os passivos são materiais de origem e tempo cronológico e o controlador o relevo (USDA, 2012).

“Corpos naturais independentes constituídos de materiais minerais e orgânicos, organizados em camadas e, ou, horizontes resultantes da ação de fatores de formação, com

destaque para a ação biológica e climática sobre um determinado material de origem (rocha, sedimentos orgânicos) e numa determinada condição de relevo, através do tempo (SANTOS, 2005).

O principal recurso natural para desenvolvimento agrícola é o solo, sendo este, o ambiente necessário para crescimento e desenvolvimento dos vegetais. O solo deve ser analisado como sendo base da produção agrônômica, para alcance de boas colheitas e o uso apropriado do solo é a primeira etapa rumo à produtividade (FAO, 2012).

4.2 - CLASSIFICAÇÃO E LEVANTAMENTO DE SOLOS

O homem classifica os solos, assim como ordena e classifica os demais objetos com que lida, pois possui uma tendência natural de organizar coisas. O homem passou a classificar os solos, desde que começou a cultivar plantas para se alimentar. Está classificado em grupos, para propósitos práticos, como por exemplo, em bons ou ruins para o plantio de determinados vegetais (LEPSCH, 2002).

Para que se obtenham informações sobre o recurso solo, sua classificação tem importância no arranjo sistemático dos dados sobre esse recurso. A classificação dos solos tem a finalidade gerar e facilitar o entendimento sobre os solos, utilizando como base de classificação, os horizontes diagnósticos dos perfis (HARTEMINK & MINASNY, 2014).

Os sistemas de classificação podem ser naturais ou taxonômicos (SOIL SURVEY STAFF, 1999; EMBRAPA, 2006) e quando são construídos sobre um determinado tipo de uso de solo, podem ser considerados técnicos ou interpretativos (LEPSCH et al., 1991; RAMALHO FILHO & BEEK, 1995; RAMALHO FILHO & PEREIRA, 1999; PEREIRA, 2002; PEDRON et al., 2006).

Para a organização científica ou para a prática agrícola, a classificação de solos tem importância fundamental. Quando a terra é utilizada para determinados cultivos, a classificação de solo permite dentro de limites, prever seu comportamento, sendo uma de suas vantagens. Por exemplo, se em duas áreas com climas idênticos, uma dada espécie de planta de importância agrônômica desenvolve-se mais em relação a outra, mesmo com uso adequado de fertilizantes e tratamentos fitossanitários, faz-se necessário o conhecimento dos solos dessas áreas para que se possa indicar em qual região climática análoga será aconselhável o cultivo da planta sugerida (LEPSCH & OLIVEIRA, 1987).

A classificação de solos é uma atividade que direcionou as ações humanas, a exemplo o manejo e uso do solo de modo a minimizar danos ambientais, Toledo *et al*, (2003) advertiu

que a classificação de solo também permite que se estabeleça uma relação entre solos situados em regiões distintas do globo, variando de acordo com a latitude e longitude. A classificação dos solos não é uma tarefa fácil, uma vez que eles compõem um meio ininterrupto a extensão do relevo. A mudança de um tipo de solo a outro, pode ocorrer de forma gradual, o que torna um obstáculo à demarcação entre os diferentes tipos de solos (TEIXEIRA, 2003).

Vários atributos morfológicos são utilizados pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). A textura, a espessura, cor, a presença de cerosidade e concreções são exemplos de atributos diagnósticos que podem permitir a distinção das diferentes classes de solos no Brasil. Os dados obtidos com esses atributos permitem a inferência de outras características não observadas no perfil do solo, fato que contribuí para a compreensão do comportamento do solo e de seu uso em potencial (EMBRAPA, 2006).

O levantamento de solos pode ser definido como um conjunto de processos que tem por finalidade a distribuição espacial de propriedades físicas, químicas, mineralógicas e morfológicas, de uma determinada região e sua exposição de modo que possa ser compreendida e interpretada por diferentes tipos de usuários, assim sendo o levantamento além de uma operação técnica é uma atividade multidisciplinar e científica (DENT & YOUNG, 1981; IBANEZ et al, 1993).

Trabalhos realizados no campo, escritório e no laboratório, que visam registrar, analisar e interpretar observações do meio físico e de características e propriedades pedogeomorfológicas, físicas, químicas, mineralógicas e biológicas dos solos, visando sua caracterização e classificação, bem como a sua distribuição na paisagem e mapeamento podem ser compreendidos como Levantamentos de solos (EMBRAPA, 1995; KLAMT et al., 2000; DALMOLIN et al., 2004). Essas classificações são utilizadas como suporte para que se determine o potencial de uso das terras e suas aptidões agrícolas. “Terra” é um termo mais abrangente que “solo”, e sua definição englobam solo e demais elementos do ambiente, como clima, relevo, recursos hídricos, vegetação e outros (DENT & YOUNG, 1993; NASCIMENTO et al., 2004).

A caracterização de solos inclui pesquisas necessárias para determinar propriedades importantes, como: classificar os solos; prever sua adaptabilidade para diversos cultivos; estabelecer limites entre áreas distintas; pastagens; reflorestamentos; prever o seu comportamento e produtividade sob diferentes métodos de manejo (FASOLO, 1996). Para tal, é essencial dispor-se de dados sobre a gênese do solo, tipo de ambiente onde este se desenvolve e modificações que nele possa ocorrer em decorrência de seu uso. O levantamento de solos é

uma ferramenta útil que permite um planejamento mais aplicado, ou seja, separar a totalidade heterogênea em partes mais homogêneas REZENDE & REZENDE (1983).

Objetivando a identificação, caracterização e classificação, os levantamentos de solos são feitos com uma metodologia específica para que, ao final do processo seja possível a delimitação da área levantada em mapas ou cartas. Para que as unidades de área delimitadas e mapeadas, sejam mais homogêneas, mais detalhadas deve ser o levantamento (FLORES et al., 2006).

O Instituto De Brasileiro De Geografia e Estatística (IBGE) (1995) determinou seis tipos de levantamentos pedológicos: *exploratório, de reconhecimento, semidetalhado, detalhado, ultradetalhado e o mapa esquemático*. Também estão inclusos, de acordo com Embrapa (2006), o levantamento pedológico *generalizado* e Lepsch (2002), o levantamento pedológico *interpretativo*.

A previsão do comportamento de uso dos solos, em relação às práticas de manejo e conservação, pode ser alcançada com o fornecimento de dados de aproveitamento imediato, que é uma das várias finalidades dos levantamentos pedológicos (IBGE, 1995). Rios e Oliveira (*apud* DINIZ, 2002) demonstraram que por meio de uma análise comparativa entre os fatores determinantes da erodibilidade dos solos, e as informações contidas nos levantamentos pedológicos, é possível fazer a caracterização qualitativa do solo quanto à sua erodibilidade. Isso é feito com a utilização dos dados de aproveitamento imediato para o estudo da erosão e a sua relação com a distribuição geográfica dos solos.

IBGE (2015) constituiu quatro etapas básicas para se realizar um levantamento de solos: identificação, classificação, mapeamento e interpretação. Não existindo uma demarcação severa entre elas, sendo que os dados obtidos em cada etapa possam atuar como suporte para a realização de outra(s).

4.3 - USO ADEQUADO DO SOLO

O modo pelo qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, pode ser entendido como uso da terra. O uso sustentável da terra, requer um prévio planejamento cuja uma das ferramentas mais utilizadas é o levantamento e mapeamento de solos, que tem por finalidade mapear e analisar em termos de quantidade e qualidade tudo o que há sobre a superfície do solo para deduzir o adequado uso da terra (PEDRON, 2006).

Para se preservar o recurso natural solo e alcançar uma agricultura sustentável, é importante que se faça o adequado uso das terras, sendo a preocupação com este uso, o passo inicial (LEPSCH et al.,1991).

A utilização das terras pelo máximo de tempo possível constitui base para uma exploração racional, e um sistema muito utilizado é o Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) empregado na avaliação da adequabilidade do uso das terras.

O solo deverá ser estimado como base da produção agrícola para que se obtenham boas safras. O adequado uso da terra necessita ser o caminho rumo à produtividade. De acordo com sua capacidade de sustentação e rendimento econômico, para cada porção da terra, é necessário seu uso adequado (OSAKI, 1994; MANZATTO et al., 2002; FAO, 2004). No solo, ocorrem modificações de suas características, causadas pelo uso da terra pelo homem. Estas modificações são representadas por desequilíbrios nas semelhanças que o solo estabelece com o ambiente onde se originou e se localiza (RANZANI, 1969).

4.4 - APTIDÃO AGRÍCOLA E PLANEJAMENTO DO USO DA TERRA

O uso da terra é a forma pela qual o homem ocupa e utiliza uma determinada área. A distribuição espacial e a atualização do uso da terra são fundamentais para o manejo adequado e eficiente dos recursos agrícolas e florestais (LEPSCH et al,1991).

Para a identificação do modo e a quantidade de terra que pode ser utilizada nos sistemas agrários, utiliza-se a aptidão agrícola, que pode ser entendida como um processo interpretativo, utilizado para um direcionamento para planejando o uso dos recursos naturais. O Sistema de Aptidão Agrícola das Terras depende dos fatores de limitação do solo, que influenciam a capacidade de produção agrícola, tais como: dinâmica da água, fertilidade, susceptibilidade a erosão, dificuldade de mecanização, relevo e níveis tecnológicos adotados, chamados níveis de manejo classificados em A (primitivo), B (semi-desenvolvido) e C (desenvolvido). O nível de manejo A (primitivo) tem como base práticas agrícolas de baixo nível técnico-cultural, o nível de manejo B (pouco desenvolvido) baseia-se em práticas agrícolas que de nível tecnológico médio, e o nível de manejo C (desenvolvido) fundamenta-se em práticas agrícolas de alto nível tecnológico. As condições agrícolas das terras são classificadas em seis grupos, os de número 1, 2 e 3 reconhecem o uso das culturas. Os grupos 4, 5 e 6 reconhecem os tipos de uso (pastagem cultivada, silvicultura e/ou pastagem natural e preservação da fauna e flora). Pode-se reconhecer a deterioração causada no ambiente pelo uso inadequado das terras, tais como perda de solo

agrícola, erosões, assoreamento de cursos d'água e inundações com a utilização deste tipo de levantamento (RAMALHO FILHO & BEEK 1995).

Os métodos de classificações técnicas, chamadas Avaliação de Aptidão Agrícola e Capacidade de Uso, são os mais utilizados no Brasil para determinação do potencial agrícola das terras. O SCU almeja prioritariamente à conservação do solo e tem quatro níveis categóricos, chamados grupo, classe, subclasse e unidade de capacidade de uso. A classificação analisa também os efeitos das condições climáticas da região e propriedades do solo que são inalteráveis e limitam o uso do solo agrícola [(– SAA (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995) e (SCU) (LEPSCH et al., 1991)].

Segundo Souza Cruz (1998) o uso da terra segue as seguintes características topográficas: Topos de morros ou encostas; Áreas de meia encosta; Encosta com meia declividade; Encostas suaves; Áreas planas; Margens de curso d'água.

A incompatibilidade de informações de aptidão agrícola com o atual uso das terras demonstra a existência de conflitos de uso das terras agrícolas, fornecendo base para entidades particulares e governamentais para prevenção e monitoramento de riscos ambientais associados ao mau uso dos solos (COUTO et al., 1990).

A exploração do meio rural, muitas das vezes não é satisfatória do ponto de vista econômico devido falta de um planejamento real, que tenha como suporte o conhecimento do recurso solo (DUARTE et al., 2004; PEDRON et al., 2006).

Baseando-se no conhecimento das classes de solos de uma região (uma classificação de solos que permite, dentro de certos limites, prever o comportamento de determinadas terras quando usadas para certos cultivos) é feito o planejamento de uso da terra (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995).

Na elaboração de planejamentos agroambientais exigem-se, dentre outras informações, aquelas relacionadas ao diagnóstico físico, envolvendo aspectos de solos, clima, relevo, vegetação, recursos hídricos etc. Deste modo, através de metodologias orientadas para avaliação das terras é possível se estabelecer as alternativas de uso agrícolas mais adequadas, garantindo a produção e controlando a erosão, por um tempo indeterminado. Para Bertoni & Lombardi Neto (1993), a introdução, junto aos agricultores, de técnicas disponíveis e comprovadas de manejo e conservação do solo, constitui condição indispensável para minimizar o processo de degradação ambiental.

4.5 - MAPEAMENTO DE SOLOS, SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E SENSORIAMENTO REMOTO.

Os mapas de solo são usualmente utilizados para mostrar a distribuição espacial das variáveis do solo, através de levantamentos de solos, delineando-se áreas no campo ou usando-se um modelo matemático para a predição espacial de solos, (BREGT & GESINK, 1992).

O conhecimento das características da paisagem tem significância durante o processo de mapeamento dos levantamentos, pois envolve o delineamento de segmentos da paisagem, recorte de áreas geográficas e colocação de limites nos mapas base. Com os dados dessas características, existem estudos sobre os padrões de imagens obtidos de sensores, que juntamente com observações de campo e análises laboratoriais, permitem conhecer as relações existentes entre solo e padrões de imagens, gerando uma maneira mais rápida e precisa traçar os limites entre solos de uma área sem que se percorra toda a superfície da mesma. Desse modo, produtos pedogeomorfológicos obtidos a partir de sensoriamento remoto (fotopedologia) são importantes devido ao fato de facilitar a visualização e entendimento das informações distribuídas no espaço geográfico, e otimizar a elaboração de mapas temáticos. Trabalhos de fotopedologia, utilizando-se sensoriamento remoto demandam análise de características pedogeomorfológicas da paisagem utilizando-se aerofotolevantamentos (quantitativos e qualitativos) permitindo reconhecer e delimitar os diferentes padrões pedológicos na paisagem estudada (DEMATTE, 2011; 2012; BAZAGLIA FILHO et al., 2013)

No mapeamento de solos tradicional, através de averiguações de campo, o profissional da área de pedologia estabelece relações que acontecem entre as diferentes unidades da paisagem e os solos de uma área para posteriormente desenharem manualmente a distribuição espacial dos distintos tipos de solos ou de arranjos de solos através de fotogrametria e fotointerpretação (MACBRATNEY et al., 2000). Entretanto, os mapas gerados através desse tipo de mapeamento, apresentam algumas limitações, quando comparados ao mapeamento digital de solos. Duas dessas limitações são menor precisão e a demanda de um maior intervalo de tempo (MALONE et al., 2012; MILLER, 2012; PHILLIPS, 2013).

Com o desenvolvimento de novas tecnologias - GPS (Global Positioning System), PDA (Personal Digital Assistants) e SIG (Sistemas de Informação Geográfica) – houve um aprimoramento dos mapeamentos de solos. Essas tecnologias podem ser utilizadas como subsídio nas diferentes etapas do levantamento, otimizando a coleta de dados em campo, gerando maior precisão na delimitação das áreas mapeadas potencializando as utilidades e aplicações dos resultados (ARONOFF, 1991; MORRIS et al., 2000; HEMPEL et al., 2006).

Os SIGs são uma ferramenta para averiguação de vários fenômenos relacionados a meio ambiente, pedologia, engenharia urbana, vegetação e bacias hidrográficas (CALIJURI & ROHN (1994). Sendo assim, alguns modelos de SIGs, como o modelo digital de elevação (MDE) auxilia na interpretação de informações necessárias ao planejamento de uso da terra, combinando e modelando dados, onde há um destaque para a geoforma do ambiente (BAENA et al., 2004). Estas técnicas combinadas com outras como geoprocessamento e sensoriamento remoto, possibilitam a aplicação de novas metodologias nos trabalhos de levantamento e mapeamento de solos (CATEN et al., 2012).

Os SIGs são sistemas computacionais que possuem capacidade de somar e processar uma ampla quantidade de dados espaciais, integrando-os e estruturando-os, de modo a torna-os ferramentas essenciais para a manipulação de informações geográficas (PINA, 1994). Recentemente diversos trabalhos de levantamentos de solos, são realizados utilizando-se técnicas de geoprocessamento, aumentando a precisão dos trabalhos e diminuindo o tempo gasto com o mesmo (NEUMAN, 2012; FILHO et al., 2013).

Utilizando-se dados de Sensoriamento Remoto (SR) nos levantamentos do uso atual das terras é possível ter acesso a áreas de acesso restrito e realizar imageamento de grandes altitudes possibilitando uma visão substancial da superfície da terra, com repetitividade e monitoramento de superfície (FREITAS FILHO 1993; OKA-FIORI et al., 2003). O uso de imagens de satélite baseando-se em cartas gráficas é promissor devido ao baixo custo, tempo de aquisição e geração de informações de mudanças ocorridas no uso da terra (SANTOS et al., 1993; MENDONÇA-SANTOS & SANTOS, 2003).

Através de dados multiespectrais providos por satélites de Sensoriamento remoto, agregados á técnicas de interpretação pode ser alcançado o levantamento do atual uso da terra, necessário para fins de planejamento (PEREIRA et al., 1998; OMUTO et al., 2013).

Dados obtidos através de sensoriamento remoto têm aplicabilidade na descrição quantitativa de redes de drenagem e bacias hidrográficas. Atualmente estudos de morfometria são realizados com base em dados de sensoriamento remoto e não mais a partir de dados extraídos de cartas topográficas (NOVO, 1992; BAENA et al., 2004). Pelo fato de o Brasil ser um país de dimensões continentais há um conhecimento limitado do recurso solo, devido à grande variedade de ambientes com diferentes tipos de solos e características pedogeomorfológicas e que demandam diferentes tipos de usos e manejos (MANZATTO, 2002).

O mapeamento digital de solos, de um modo geral, é baseado em construções de modelos numéricos que correlacionam observações do solo no campo e fatores de escoriações (BOUK KHEIR et al., 2010; BRUNGARD et al., 2015). A partir daí esses modelos podem ser aplicados a dados agrícolas e ambientais espaciais. Além disso, Mapas convencionais de solo podem ser utilizados para extrapolar ou atualizar mapas digitais de solo (SUBBURAYALU & SLATER, 2013; ODGERS et al., 2014).

5 - MATERIAL E MÉTODOS

O estudo será realizado na zona rural do Município Mariana, Minas Gerais – situada na região do Quadrilátero Ferrífero, ao longo das margens do Rio Gualaxo do Norte. Os subdistritos a serem visitados serão: Monsenhor Horta, Paracatu de Baixo, Paracatu de Cima, Gesteira, Cláudio Manoel e Barra Longa, onde serão visitadas 10 propriedades por distrito, totalizando 60 propriedades rurais.

Inicialmente, antes de ir a campo, será feito um planejamento a partir de planimetria, aerofotos da região, imagens de satélite e fointerpretação, para se estabelecer a representatividade significativa de cada propriedade dentro de cada área a ser estudada. Posteriormente, em um mapa com as propriedades a serem estudadas, serão traçados os caminhamentos nos divisores e talvegues mais evidentes de cada propriedade, bem como nas partes de topo e de baixadas de morros. Será percorrida a área de cada propriedade para a coleta de dados de campo e busca por indicadores ambientais significativos, tais como barrancos, trincheiras naturais, tipo de vegetação, coloração de cupins, coloração do solo, pedoforma do relevo, e outros. Esses indicadores ambientais serão devidamente georreferenciados, observações serão anotados em caderneta de campo para a composição do relatório técnico que complementarará o mapa de classes de solo. Concomitantemente, o registro de imagens fotográficas será realizado, para posterior análise.

Será feito um levantamento detalhado de solos na escala 1:20.000. Durante as incursões ao campo serão utilizados cortes de estradas e barrancos, devidamente preparados para a realização da classificação do solo e onde for necessário serão abertas trincheiras de acordo com a necessidade do tipo de levantamento. Serão coletadas as coordenadas geográficas, de pontos que indiquem mudança nas classes de solos, bem como no pedogeoambiente, através de receptores de satélites no sistema GPS. As inferências das classificações realizadas durante e após o levantamento do solo, terão como base de informações os dados de Brasil (1972) e Santos (1989). Para as classificações finais serão utilizadas o SIBCS (Sistema Brasileiro de

Classificação de Solos, EMBRAPA 2013) e após o mapa de classes de solo e análise do relatório técnico, será utilizado o Sistema Avaliação de Aptidão Agrícola (SAA) (RAMALHO FILHO & BEEK, 1995).

Serão realizadas sessenta visitas de campo para coleta dos dados de toda área de estudo, sendo necessário um dia para cada propriedade. As visitas serão realizadas prioritariamente nos finais de semana, por maior probabilidade da presença dos proprietários rurais.

O Sistema de Informação Geográfica utilizado será o programa computacional SPRING 4.1, de distribuição gratuita, e sua obtenção e pode ser obtido através da internet (INPE, 2005).

O mapa de solos utilizado para complementação dos dados, será o de Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado Minas Gerais, do Ministério da Agricultura.

O processamento digital de imagem será a etapa subsequente. Esta fase constará de aumento de contraste, registro e classificação de imagem, objetivando conseguir um padrão visual que possibilite a extração da maior quantidade possível de informações, para o desenvolvimento do trabalho. Será utilizado o programa "QGis", software gratuito e de qualidade para a realização do processamento dos dados obtidos.

Após a conclusão dos trabalhos de realces e registros da imagem, será iniciada a classificação, onde será escolhida a classificação da Máxima Verossimilhança (MaxVer), que apresente melhor desempenho para os objetivos propostos para elaboração deste trabalho e criação de dois mapas temáticos. Um mapa identificando as principais classes de solos e outro de atual uso da terra da área de estudo, em que se identifiquem as áreas alteradas, devido ao derrame de lama contendo rejeitos de mineração, hidrografia, áreas degradadas por erosão, áreas de mata ciliar e áreas com cultura e/ou pastagens.

Estes mapas serão sobrepostos, com a finalidade de se analisar a nova Aptidão Agrícola das terras, que será uma das principais ferramentas utilizada para a recuperação de áreas alteradas, adequação ambiental e o planejamento do uso sustentável da terra das propriedades rurais afetadas.

6 – ORÇAMENTO

Quadro 1 – Orçamento das despesas inerentes ao projeto

DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	VALOR (R\$)	
			Unit.	TOTAL
GPS Portátil	ud	2	1.500,00	3.000,00
Transporte para coletas de campo	km	5.000	1,25	6.250,00
Hospedagem	ud	60	180,00	10.800,00
Alimentação	ud	120	60,00	7.200,00
Mão de obra (auxiliar de campo)	DH	60	250,00	15.000,00
Serviço Profissional (consultoria + projetos + trabalho de campo e escritório)	DH	80	500,00	40.000,00
Material de escritório	ud	10	100,00	1.000,00
Ferramentas de campo	ud	5	50,00	250,00
Análises de solos	ud	100	30,00	3.000,00
Total				86.500,00

Quadro 2 – Contrapartida de recursos financeiros da Instituição

DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	VALOR (R\$)	
			Unit.	TOTAL
Computadores	ud	2	2.500	5.000,00
Softwares	ud	2	3.000	6.000,00
Aerofotos	ud	50	20	1.000,00
Câmera digital	ud	2	5.000	10.000,00
Estrutura física (escritório)	meses	6	2.000	12.000,00
Total				34.000,00

7 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Quadro 3 – Cronograma das atividades a serem executadas

DESCRIÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Definição da representatividade das propriedades através de análises de aerofotos, imagens de satélite e fotointerpretação. Planejamento a partir da planimetria, onde serão traçados os caminhamentos	X	X	X									
Visita de campo nas propriedades, nos referidos subdistritos de Mariana, para coleta de dados no campo e georreferenciamento		X	X	X								
Classificação e levantamento dos solos.				X	X							
Processamento digital de imagens, realce e registro de imagens.					X	X	X	X				
Sobreposição dos dados obtidos através do imageamento e classificação do solo, e elaboração dos mapas temáticos de classes de solo e atual uso								X	X			
Elaboração de um mapa de incompatibilidade de uso do solo.									X			
Inferência das novas aptidões agrícolas para as áreas afetadas pelo derrame de lama.										X	X	
Descrição e elaboração do relatório final											X	
Conclusão do trabalho, e apresentação do relatório final.												X

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- A.E. Hartemink, B. Minasny (2014) Towards digital soil morphometrics. **Geoderma**, 230, p.305-317.
- Baena, L. G. N.; Silva, D. D.; Pruski, F. F.; Calijuri, M. L. (2004) Regionalização de vazões com base em modelo digital de elevação para a bacia do Rio Paraíba do Sul. **Engenharia Agrícola**, v.24, n.3, p.612-624.
- Bazaglia Filho, O.; Rizzo, R.; Lepsch, I. F.; Prado, H. Do; Gomes, F. H.; Mazza, J. A.; Demattê, J. A. M. (2013) Comparison between detailed and conventional soil maps of an area with complex geology. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37, p.1136-1148.
- Bou Kheir, R., Greve, M.H., Bøcher, P.K., Greve, M.B., Larsen, R., McCloy, K. (2010) Predictive mapping of soil organic carbon in wet cultivated lands using classification-tree based models: the case study of Denmark. **J. Environ. Manag.** 91, p.1150–1160.
- Brungard, C.W., Boettinger, J.L., Duniway, M.C., Wills, S.A., Edwards, T.C., Machine (2015) learning for predicting soil classes in three semi-arid landscapes. **Geoderma** 239, p.68-83.
- Carvalho Jr., W. (1996) Modelos de planejamento Agrícola Conservacionista com suporte de Geoprocessamento - Estudo de caso no Município de Paty de Alferes e Miguel Pereira - RJ. **Dissertação de Mestrado**. UFRJ. 115p.
- Caten, A., Dalmolin, R.S.D., Mendonça-Santos, M. De L., Giasson, E. (2012) Mapeamento digital de solos: características da abordagem brasileira. **Ciência Rural**, v.43, p.1989-1997.
- Dalmolin, R.S.D.; Pedron, F. A (2004). Distribuição dos solos no ambiente. In: AZEVEDO, A. C.; DALMOLIN, R. S. D.; PEDRON, F. A. (Eds.) **Solos & Ambiente - I Fórum**. Santa Maria: Pallotti, p.23-39.
- Demattê, J. A. M., Vasques, G. M., Correa, E. A., Arruda, G. P. (2012) Fotopedologia, espectroscopia e sistema de informação geográfica na caracterização de solos desenvolvidos do Grupo Barreiras no Amapá. **Bragantia**, v.71, p.438-446.
- Demattê, J. A. M.; Rizzo, R., Bortoletto, M, A. (2011) Método geotecnológico integrativo na caracterização de solos desenvolvidos de diferentes materiais de origem. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p.638-648.
- Dent, D.; Young, A. (2006) Soil survey and land evaluation. **London: E & FN Spon**, 284p.
- Embrapa. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2013, 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p.306.
- FAO (1994). **Soil Map of the World. Revised Legend**. Rome.
- FAO (2012) Statistical Yearbook: **World food and agriculture**, Rome.
- Filho, J. C. A., Neto, M. V. B., Silva, C. B., Araújo, M. S. B., Menezes, J. B., (2013) Levantamento semidetalhado dos solos da bacia hidrográfica do Rio Natuba, Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, p.384-397.

- IBGE (1995) **Manual técnico de pedologia**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Manuais técnicos em Geociências, 4. p.104.
- IBGE (2015). Manual Técnico De Pedologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3. Ed. - Rio de Janeiro: **IBGE**, 373p.
- IBGE, (2003) Mapa de Solos do Brasil.
- IBGE. Giboshi, M. L., Rodrigues, L.H.A. & F. Lombardi Neto (2006) Sistema de suporte à decisão para recomendação de uso e manejo da terra. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.** vol.10 no.4.
- Kellogg, C. E. (1966) Soil survey for community planning. In: BARTELLI, L. J.; KLINGEBIEL, A.A.; BAIRD, J.V. et al. (Eds.) **Soil survey and land use planning**. Madison: SSSA - ASA, p. 1-7.
- Lal, R. (2006) Enhancing crop yield in the developing countries through restoration of soil organic carbon pool in agricultural lands. **Land Degrad.** v.17, p.197-209.
- Larach, J. O. I. Usos de levantamento de solo. Levantamento e classificação de solos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, 9105, p.26-44, 1993.
- Larach, J.O.I. (1983) Usos de levantamentos de solos. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, 9(109), p.26-32.
- Lepsch, I. F. (2002) **Formação e conservação de solos**. Oficina de Textos. São Paulo – SP, p. 178.
- Lepsch, I. F.; Junior, B.R., Bertolini, D. (1991) **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: SBCS, p.175.
- Malone, B.P., Mcbratney, A.B. & Minasny, B. (2012) Spatial Scaling for digital soil mapping. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 77, p.890-902.
- Manzatto C. V., Freitas Junior, E. De; Peres J. R. R (2002) Uso Agrícola dos Solos Brasileiros. Rio De Janeiro. **Embrapa Solos**, 174p.
- Mendonça-Santos, M. Del., Santos, H.G. (2003) Mapeamento digital de classes e atributos de solos: métodos, paradigmas e novas técnicas. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, p.19.
- Miller, B.A (2012). The Need to continue improving soil survey maps. **Soil Horiz.**, 53:14-15.
- Neuman, M. R. B., (2012) Mapeamento digital de solos no Distrito Federal. **Tese (Doutorado em Geociências)**. Brasília, Universidade de Brasília.
- Novo, E.M.L. (1992) Sensoriamento remoto, princípios e aplicações. **São Paulo: Blucher**, p.308.
- Odgers, N.P., Sun, W., Mcbratney, A.B., Minasny, B., Clifford, D., (2014) Disaggregating and harmonising soil map units through resampled classification trees. **Geoderma** p.214–215, 91–100.

- Oka-Fiori, C., Fiori, A. P., Hasui, Y. (2003) Dinâmica da ocupação do solo na bacia do Rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil. **Revista RA'E GA**, Curitiba, n. 7, p. 19-31.
- Omuto, C., Nachtergaele, F. & Rojas, R.V. (2013) State of the art report on global and regional soil information: Where are we? Where to go? **Global Soil Partnership Technical Report**. Roma, FAO, p.69.
- Pedron F. A., Poelking E. L., Dalmolin R. S. D., Azevedo A. C. Klamt E. A (2006) Aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.105-112.
- Phillips, J.D. (2013) Evaluating taxonomic adjacency as a source of soil map uncertainty. **Eur. J. Soil Sci.**, 64: p.391-400.
- Pina, M. F. (1994) Modelagem e estruturação de dados não-Gráficos em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica: Estudo de caso na área de saúde pública. **Dissertação (Mestrado)**. Rio de Janeiro, IME.
- Ramalho Filho, A. & Beek, K.J. (1993) **Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras**. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS. 1995. 65p. 2a ed. Belo Horizonte, 9105, p.26-44.
- Ranzani, G. (1969) **Manual de levantamento de solos**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blucher, p.37.
- Resende, M., Curi, N., Rezende, S. B. De; Corrêa, G. F. (2007) **Pedologia – Base para distinção de ambientes**. 5ª edição revisada. Lavras: Editora UFLA, p.322.
- Santos, H. G. Dos; Hochmüller, D. P.; Cavalcanti, A. C.; Rêgo, R. S.; Ker, J. C.; Panoso, L. A.; Amaral, J. A. M. (1995) **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**, Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Brasília: EMBRAPA – SPI.
- Santos, R. D. Dos; Lemos, R. C. De; Santos, H. G. Dos; Ker, J. C.; Anjos, L. H. C. (2005) **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. Editora Folha de Viçosa Ltda. 5ª edição. Sociedade Brasileira de Ciência de Solo, p.92.
- Santos, S. C. (1989) Capacidade de uso das terras da Universidade Federal Rural de Pernambuco campus Dois Irmãos – Recife. Recife, **Dissertação de Mestrado**, p.175.
- Subburayalu, S.K., Slater, B.K., (2013) Soil series mapping by knowledge discovery from an Ohio county soil map. **Soil Sci. Soc. Am. J.** 77, p.1254-1268.
- Toomanian, N. (2013) Pedodiversity and Landforms. In: ILBÁNEZ, J. J., BOCKHEIM, J. G. (Org.). **Pedodiversity**. Boca Raton: CRC Press, cap. 6.
- United States (2012) Department of Agricultura – USDA. Keys to Soil Taxonomy. 11.ed.