



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

## PLANO DE TRABALHO

**Candidato: José João Lelis Leal de Souza**

**Linha pretendida: Questões Socioambientais e Dimensões da Natureza**

O presente projeto visa atuar em várias frentes no conhecimento da relação entre a distribuição espacial dos solos e da vegetação em diferentes paisagens através de geotecnologias e trabalho laboratorial. O projeto é composto por subprojetos que ao final se consolidam em dois produtos. São eles: 1. Caracterização da diversidade de solos nas florestas úmidas e relação com a riqueza de espécies; 2. Caracterização da diversidade de solos nas florestas secas e relação com a riqueza de espécies. Com este projeto, espera-se ter como produtos uma biblioteca de amostras e dados de solos disponíveis ao público, e a capacitação de pessoal em Pedologia.

O projeto será descrito nas esferas 'ensino' e 'pesquisa'.

### ENSINO

Proponho ministrar as disciplinas:

**Catena:** Fundamentos de geologia. Ciclos biogeoquímicos, geotectônica, paleossolos. Pedosfera: solo como sistema aberto. Solos tropicais: constituintes e processos físico-químicos e biológicos. Geomorfologia geral e tropical: pedoforma e paisagem. Micromorfologia e ultraestrutura dos solos: técnicas e aplicações. Geografia dos grandes sistemas pedológicos (Anexo 1).

**Geoestatística:** Conceitos em Probabilidade e Inferência. Descrição Espacial. Autocorrelação espacial. Testes para autocorrelação espacial. Semivariogramas e semivariogramas cruzados. Krigagem e Co-krigagem. Validação Cruzada. Anisotropia (Anexo 2).

### PESQUISA

As atividades de pesquisa planejadas serão descritas abaixo na forma de projeto:

**1. Título do projeto:** Influência do solo na riqueza de espécies de florestas úmidas

**2. Área e subárea de conhecimento**

Grande Área: Ciências Exatas e da Terra (Código CNPq: 1.00.00.00-3)

Área: Geociências (Código CNPq: 1.07.00.00-5)

Subárea: Geografia Física (Código CNPq: 1.07.05.00-7)

### **3. Introdução/ Justificativa**

A riqueza de espécies varia conforme temperatura, precipitação, velocidade do vento, radiação solar e outros fatores que condicionam a complexidade dos habitats. A diminuição da riqueza de espécies com o aumento da altitude é um dos padrões mais consistentes de distribuição espacial nas florestas tropicais úmidas (BEGON; TOWNSED; HARPER, 2005; PUIG, 2001). Ademais, o incremento da fertilidade natural do solo em ambientes extremos também é fortemente correlacionado com o aumento da riqueza de espécies animais e da flora no cerrado (NERI et al., 2013) e mesmo floresta amazônica (TER STEEGE, 2010). Contudo, os mecanismos que determinam a variação da riqueza e ambientes costeiros ainda são pouco compreendidos. A baixa sazonalidade climática e variação topográfica sugerem uma paisagem monótona, embora as diferentes fitofisionomias nas restingas e manguezais mostrem o contrário.

O solo é importante para a sustentação das plantas, o armazenamento de água durante o período seco, nutrição de plantas e outros organismos. Além disso, o solo é produto da interação de diversos fatores de formação, alguns deles: i) material de origem; ii) relevo; iii) clima; iv) organismos; e v) tempo (JENNY, 1941). A interação entre esses agentes ao longo do espaço geográfico em diferentes intensidades promove uma grande variabilidade espacial pedológica (LICHT et al., 2006). Por esses motivos, o solo é considerado o melhor estratificador de ambientes e agente síntese para avaliar a degradação do ambiente. A questão central deste trabalho é compreender por que há variação na riqueza de espécies arbóreas e arbustivas em diferentes fragmentos de florestas úmidas e secas. Para tentar responder essa pergunta foram testadas as seguintes hipóteses: i) existe uma diminuição na qualidade do recurso alimentar com o aumento da altitude; ii) o teor de silte, argila e matéria orgânica, assim como o teor de matéria orgânica da serapilheira afetam a riqueza de espécies; iii) a profundidade do solo afeta a riqueza de espécies. Logo, o presente plano de trabalho objetiva analisar a relação entre riqueza e abundância com propriedades do solo e da serapilheira em florestas úmidas e secas do Estado de Minas Gerais.

### **4. Objetivos**

Analisar a variabilidade pedológica das terras elevadas de Minas Gerais e sua relação com a riqueza de espécies arbóreas e arbustivas.

*Objetivos Específicos*

- Analisar a variabilidade pedológica das florestas úmidas.
- Analisar a variabilidade pedológica das florestas secas.
- Correlacionar fatores ambientais com a riqueza de espécies nos habitats acima.
- Formar e aperfeiçoar pessoal, em nível de graduação e mestrado.

## **5. Descrição das metas de produção intelectual**

O projeto pretende proporcionar em dois anos de duração:

Realizar 12 (doze) missões de trabalho de estudantes e professores da UFV para a investigação de assuntos relacionados aos objetivos do projeto;

Lecionar, ao menos, uma disciplina por ano no programa de pós-graduação em Geografia da UFV;

Proporcionar o aperfeiçoamento de 2 (dois) estudantes em nível de mestrado, investigando assuntos diretamente discutidos nas missões de trabalho previstas para serem realizadas;

Publicar 4 (quatro) artigos científicos oriundos das dissertações e monografias, em assuntos diretamente discutidos nas missões de estudo previstas para serem realizadas e a serem publicados em periódicos de qualidade internacional.

## **6. Material e métodos**

### *Amostragem e análises físicas, químicas e mineralógicas em solos*

Perfis de solo serão abertos, descritos e terão seus horizontes coletados conforme (SANTOS et al., 2015). Os perfis serão classificados conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2006) Ao redor de cada perfil uma amostra composta de serapilheira será coletada pela mistura de cinco blocos aleatórios.

As amostras de serapilheira serão secas em estufa, com temperatura mantida em 50 °C, e moídas para determinação do teor de nutrientes. N total será determinado pelo método Kjeldahl, P total por colorimetria pelo método do ácido ascórbico, C por calcinação na mufla, K total por fotometria de chama, e Ca e Mg totais por espectrofotometria de absorção atômica. As amostras de solos secas ao ar serão destorroadas e tamisadas em peneira de 2 mm previamente para determinação de propriedades físicas e químicas do solo. O pH em água será determinado em uma solução 1:2,5 (solo : água deionizada), acidez potencial (H + Al) e cátion trocáveis (Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) conforme métodos consolidados para solos tropicais (DONAGEMA et al., 2011). A partir desses resultados serão calculadas a soma de bases, a capacidade de troca catiônica efetiva, a capacidade de troca catiônica total e a saturação por

bases. O teor de areia, silte e argila será determinado após agitação lenta com 0,1 M NaOH pelo método da peneira-pipeta. O teor de C orgânico do solo será determinado pelo método Walkey-Black.

Os resultados analíticos ficarão disponíveis para consulta pública na forma de um Banco de Solos, permitindo orientar qualquer futuro estudo de solos no Estado. As amostras serão preservadas em potes devidamente limpos e identificados para posteriores pesquisas.

### *Procedimentos estatísticos*

Serão realizadas análises descritivas para os analitos e propriedades mencionados acima, bem como das amostras agrupadas conforme província geológica, litotipo, classificação e uso do solo. De acordo com a distribuição dos dados, será calculado o índice de correlação mais adequado entre as propriedades do solo.

O Randomized Dependence Coefficient (RDC) será calculado entre as variáveis de atributos de solo e variáveis de riqueza de espécie. O RDC determina relações não lineares adimensionais nos dados originais por meio do cômputo da maior correlação canônica entre projeções não lineares de suas respectivas transformações cópula (LOPEZ-PAZ; HENNIG; SCHÖLKOPF, 2013). As variáveis categóricas utilizadas foram: a) modelo digital de elevação baseado no SRTM (cortesia da USGS), utilizando altitude e declividade; b) uso do solo e tipo de cobertura vegetal (JUN; BAN; LI, 2014); c) gama-espectrometria (COMIG, 2003); d) dados climáticos (HIJMANS et al., 2005), tais como d.1) temperatura média anual; d.2) amplitude térmica média mensal  $[\sum_{i=1}^n(\text{temperatura máxima} - \text{temperatura mínima})/n]$ ; d.3) isothermalidade; d.4) sazonalidade térmica (desvio-padrão \* 100); d.5) temperatura máxima do mês mais quente; d.6) temperatura mínima do mês mais frio; d.7) amplitude térmica anual; d.8) temperatura média da estação chuvosa; d.9) temperatura média da estação seca; d.10) temperatura média da estação mais quente; d.11) temperatura média da estação mais fria; d.12) precipitação anual; d.13) precipitação do mês mais chuvoso; d.14) precipitação do mês mais seco; d.15) sazonalidade da precipitação (desvio-padrão \* 100); d.16) precipitação da estação chuvosa; d.17) precipitação da estação seca; d.18) precipitação a estação mais quente; d.19) precipitação da estação mais fria, e; e) litologia (PEDROSA-SOARES et al., 1994).

As variáveis categóricas serão transformadas em mapas indicadores e o ajuste entre variáveis será feito por Análise de Componentes Principais (PCA) seguida por regressão do tipo *random forest*. A PCA é executada para transformar variáveis correlacionadas em componentes principais não correlacionados, garantindo que cada árvore de decisão criada durante o algoritmo *random forest* será independente e que o valor preditivo das variáveis-

chave não será diluído (KUHN; JOHNSON, 2013). Previamente a PCA, todas as variáveis são padronizadas e transformadas em escala logarítmica. A validação dos modelos preditivos será feita com um conjunto de amostras não utilizado na construção da equação de regressão. Os resíduos gerados pela predição serão interpolados através de krigagem ordinária, e o produto gerado irá retroalimentar uma nova predição pela *random forest*.

## 7. Resultados esperados

- Divulgação científica sobre os solos do Estado para a sociedade;
- Capacitação de pessoal na coleta, preparo e análise de amostras de solo;
- Montagem de um Banco de Solos de amostras e dados analíticos;
- Ampliar o conhecimento sobre a variabilidade pedológica em Minas Gerais;

## REFERÊNCIAS

- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecology: From individuals to Ecosystems**. [s.l.: s.n.].
- COMIG. **Mapa geológico do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: [s.n.].
- DONAGEMA, G. K. et al. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.
- HIJMANS, R. J. et al. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **International Journal of Climatology**, v. 25, p. 1965–1978, 2005.
- JENNY, H. **Factors of soil formation – a system of quantitative edology**. McGraw-Hill ed. New York: [s.n.].
- JUN, C.; BAN, Y.; LI, S. Open access to Earth land-cover map. **Nature**, v. 514, p. 434, 2014.
- KUHN, M.; JOHNSON, K. **Applied Predictive Modeling**. New York: Springer New York, 2013.
- LICHT, O. A. B. et al. Average reference values of geochemical and geophysical variables in stream sediments and soils, State of Paraná, Brazil. **Boletim Paranaense de Geociencias**, n. 58–59, p. 59–87, 2006.
- LOPEZ-PAZ, D.; HENNIG, P.; SCHÖLKOPF, B. The Randomized Dependence Coefficient. **ArXiv**, v. 2, p. 1–9, 29 abr. 2013.
- NERI, A. V. et al. Pedology and plant physiognomies in the cerrado, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 87–102, 2013.
- PEDROSA-SOARES, A. C. et al. **Nota explicativa dos mapas geológico, metalogenético e de ocorrências minerais do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: [s.n.].
- PUIG, H. **La forêt tropicale humide**. Paris: Berlin, 2001.
- SANTOS, H. G. S. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. [s.l.] Embrapa, 2006.
- SANTOS, R. D. et al. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7. ed. Viçosa: SBCS, 2015.
- TER STEEGE, H. Amazon Tree Diversity Network, RAINFOR (Amazon Forest Inventory Network). In: HOORN, C.; WESSENLIGH, F. (Eds.). **Amazonia: Landscape and Species Evolution**. Oxford: [s.n.]. p. 349–359.

# ANEXOS

ANEXO 1

PPGEO	PLANO DE ENSINO DE DISCIPLINA	
	UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA	
	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA	
<b>DISCIPLINA: CATENA</b>		
<b>DURAÇÃO EM SEMANAS: 15</b>	<b>CARGA HORÁRIA SEMANAL: 04 HORAS</b>	<b>CARGA HORÁRIA TOTAL: 60 HORAS</b>
<b>COORDENADOR: JOSÉ JOÃO LELIS LEAL DE SOUZA</b>		
<b>PRÉ-REQUISITO:</b>		
<b>EMENTA</b>		
Fundamentos de geologia. Paleossolos. Pedosfera: solo como sistema aberto. Ciclos biogeoquímicos. Geotectônica e Neotectônica. Geomorfologia geral e tropical: pedoforma e paisagem. Micromorfologia dos solos: técnicas e aplicações. Geografia dos grandes sistemas pedológicos.		
<b>METODOLOGIA DE ENSINO</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>Exposições dialogadas, exercícios de fixação, trabalho em grupo, aulas práticas.</li></ul>		
<b>BIBLIOGRAFIA BÁSICA</b>		
ARAÚJO, A.P.; ALVES, B.J.R., eds. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.8, 2013. BIGARELLA, J.J. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Florianópolis: Editora UFSC, 2003. CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Edgard Blücher/EDUSP, 1974. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Pedologia. Rio de Janeiro : IBGE, 2015. GABAGLIA, G. P. R.; MILANI, E. J. Origem e evolução de bacias sedimentares. Rio de Janeiro : Petrobrás, 1990. GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. <b>Novo dicionário geológico-geomorfológico</b> . Rio de Janeiro : Bertrand, 2003. HASUI, Y. Geologia do Brasil. São Paulo : Beca, 2012. NUNES, B. de A; RIBEIRO, M.I. de C.; ALMEIDA, V.J. de & NATALI FILHO, T. Manual técnico de Geomorfologia. Rio de Janeiro, IBGE, Série Manuais Técnicos em Geociências, 5:111p.. 1995. TRICART, J. As relações entre a morfogênese e a pedogênese. Notícia Geomorfológica, Campinas, v. 8, n. 15, p. 5-18, jun. 1968. (Transcrito de “Sience du Sol”, 1965, n. 1, p. 69-85. Título do Original: “Morphogénèse et pédogénèse”. Tradução de Antônio Cristofoletti.).		
<b>PROGRAMAÇÃO</b>		
Carga horária (h)	Unidades e Assuntos	
4	Megageomorfologia	
8	Histórico da tectônica no Brasil	
4	O solo como elemento do Ecossistema	
4	Gênese do Solo	
4	Classificação do Solo	

4	Evolução dos solos na paisagem
2	Técnicas de análise de solo
<b>Carga horária (h)</b>	
<b>Aulas práticas</b>	
8	Descrição morfológica de solos
12	Classificação de Solos
6	Descrição geomorfológica
4	Geomorfologia climática e estrutural

<b>PPGEO</b>	<b>PLANO DE ENSINO DE DISCIPLINA</b>	
	<b>UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA</b>	
	<b>PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA</b>	

**DISCIPLINA: Geoestatística**

<b>DURAÇÃO EM SEMANAS: 15</b>	<b>CARGA HORÁRIA SEMANAL: 04 HORAS</b>	<b>CARGA HORÁRIA TOTAL: 60 HORAS</b>
-------------------------------	--	--------------------------------------

**COORDENADOR: JOSÉ JOÃO LELIS LEAL DE SOUZA**

**PRÉ-REQUISITO:**

#### **EMENTA**

Conceitos em Probabilidade e Inferência. Descrição Espacial. Autocorrelação espacial. Testes para autocorrelação espacial. Semivariogramas e semivariogramas cruzados. Krigagem e Co-krigagem. Validação Cruzada. Anisotropia.

#### **METODOLOGIA DE ENSINO**

- Exposições dialogadas, exercícios de fixação, trabalho em grupo, aulas práticas.

#### **BIBLIOGRAFIA BÁSICA**

COSTA NETO, P.L.O. Estatística. 17.ed. São Paulo : Edgard Blücher, 1999. 264p.

DRUCK, S; CARVALHO, M.S.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. Análise espacial de dados. Brasília : EMBRAPA, 2004.

GOOVAERTS, P. Geostatistics for Natural Resources Evaluation. New York : Oxford University Press, 1997. 483 p.

LANDIM, P.M.B. Análise estatística de dados geológicos. Rio Claro: Laboratório de Geomatemática, 1993. 116p.

LOURENÇO, R. W.; LANDIM, P. M. B. Mapeamento de áreas de risco à saúde pública por meio de métodos geoestatístico. Cadernos de Saúde Pública, 21: 150-160, 2005.

ROGERSON, P. Statistics methods for Geography. London :SAGE, 2001.

SOARES, A. Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente. 2 ed. Lisboa: IST Press, 2006. xvi, 214 p.

VIEIRA, S.R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G. Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa : SBCS, p.1-54, 2000.


#### **PROGRAMAÇÃO**

<b>Carga horária (h)</b>	<b>Unidades e Assuntos</b>
4	Origem e Desenvolvimento da Geoestatística Princípios básicos
4	Dependência Espacial Índices de autocorrelação espacial Funções de Covariância e Semivariograma
4	Isotropia, Anisotropia e tendência
4	Ajuste de semivariograma experimental



6	Interpolação por krigagem Krigagem simples Krigagem ordinária Krigagem universal Krigagem indicadora Krigagem regressiva
4	Cokrigagem (Estimativas correlacionadas)
4	Validação cruzada

<b>Carga horária (h)</b>	<b>Aulas práticas</b>
2	Coefficientes de autocorrelação espacial
2	Identificação de isotropia e anisotropia
4	Modelagem de semivariograma
4	Krigagem ordinária
4	Modelagem de tendência e krigagem universal
4	Krigagem indicadora
4	Krigagem regressiva
2	Seleção de variáveis para cokrigagem
4	Indicadores de erro e validação da interpolação

  
 José João Leal de Souza  
 Candidato