

## Relação entre declividade e as ocorrências erosivas na área do morro do cerrito em Santa Maria, RS\*

Rosa Elaine Iensen<sup>1</sup>, Mauro Kumpfer Werlang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Licenciada em Geografia e Especialista em Geociências

<sup>2</sup>Professor Adjunto do Departamento de Geociências

Centro de Ciências Naturais e Exatas/UFSM/Santa Maria, RS

e-mail: mkwerlang@smail.ufsm.br; rosaiensen@yahoo.com.br

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo investigar o espaço geográfico na área do morro do Cerrito em Santa Maria–RS a partir da relação entre a declividade e os processos erosivos que ocorrem na área de entorno ao morro Cerrito. Para tanto, buscou-se estabelecer a correlação entre as ocorrências erosivas, grau de declividade e concentração de nascentes. A partir da visualização na imagem de satélite das ocorrências erosivas e da área em que elas ocorrem, determinou-se um índice de concentração erosiva (ICE). Da mesma maneira determinou-se um índice de concentração de nascentes (ICN). Tomando-se como base o mapa de declividades, obtido conforme proposta de De Biasi (1970), foram definidos o ICE e o ICN por classe de declividade. Os resultados obtidos mostraram que se estabelece uma relação positiva entre a concentração de nascentes (ICN) e o aumento da declividade. Nota-se, porém, que não ocorre o mesmo em relação ao Índice de Concentração Erosiva (ICE), o que faz crer que as ocorrências erosivas detectadas na área estão condicionadas mais intensamente pela variável ação antrópica, quando confrontadas à variável declividade.

**Palavras chave:** ocorrências erosivas, declividade, ação antrópica.

### Abstract

The object of this work was to investigate the geographical space in the area of Cerrito hill, in Santa Maria – RS, from the relation between the steepness and the erosive processes that take place in the Cerrito hill's pouring area. In order to accomplish this investigation, a correlation among the erosive occurrences, steepness level and concentration of fountainheads

---

\*Trabalho final de Pós-Graduação *Latu Sensu* em Geociências

was established. An Index of Erosive Concentration (IEC) was determined from the satellite images of the erosive occurrences and of the area in which they occurred. An Index of Concentration of Fountainheads (ICF) was determined in the same way. The IEC and the ICF were defined in steepness degrees according to the base map suggested by De Biase (1970). The reached results showed that a positive relation between the Concentration of Fountainheads (ICF) and the steepness increase was established. Through this investigation, one can also notice that there is not an establishment in relation to the Index of Erosive Concentration (IEC), which leads to believe that the erosive occurrences detected in the area are more intensely conditioned by the variable of anthropic action when confronted to the variable of steepness.

**Key-words:** erosive occurrences, steepness, anthropic action.

## 1. Introdução

O espaço geográfico, em seu conjunto, vem sofrendo constantes e contínuas transformações. A dinâmica sócio-econômica e espacial faz emergir a necessidade cada vez maior de uma (re)organização do espaço, que hoje mais do que nunca, está globalizada, devido a política econômica e a adaptação do uso da terra às várias modalidades de utilização e exploração. Entretanto, dever ser considerado que a sua capacidade de suporte está relacionada às potencialidades e limitações de uso. Nesse sentido o planejamento, a partir do conhecimento do homem no processo de tomada de decisões é imperativo a fim de que se obtenha o máximo de benefícios para a coletividade.

Em muitas áreas, a organização do espaço vem sofrendo fortes pressões devido ao uso intenso dos recursos naturais. Esse uso promove mudanças em todo o sistema ambiental. Seguem-se conseqüências que podem ser negativas, dependendo da intensidade dessas alterações. Na área de estudo esse impacto ocorre basicamente por fatores econômicos, entre os quais, a implantação da RST 287, BR 158 e empreendimentos imobiliários. Nas áreas urbanas os processos erosivos têm como origem, entre outros, esses fatores.

Nas áreas desprovidas de vegetação, como em estradas, escavações não recobertas, nichos de nascente, áreas onde o solo foi revolvido para implantação de construção de qualquer natureza ou uso por jardins, praças e hortas, o processo de erosão hídrica é acelerado, a partir do escoamento entressulcos tendendo a uma maior freqüência na formação de sulcos, ravinas e voçorocas. Merece ser destacado que no processo de erosão influi a distribuição do tamanho de partículas. Essa influencia outras propriedades físico-mecânicas que atuam no processo erosivo. Além disso, a

declividade, a extensão dos interflúvios e o tipo de uso da terra influenciam o processo.

Pesquisas têm sido realizadas com o intuito de diagnosticar e apontar soluções para problemas ambientais oriundos do modo de exploração desordenada. Assim, muitos autores consideram estudos geomorfológicos, pedológicos e cartográficos como básicos, pois servem de suporte para interpretação e localização do fenômeno. Para restabelecer o equilíbrio, ou minimizar os impactos, medidas mitigadoras são adotadas.

A área que compreende as adjacências do morro do Cerrito em Santa Maria-RS, apresenta características de uso da terra onde predomina o uso urbano. Portanto, investigar o espaço geográfico na área a partir da relação entre a declividade, ocorrências erosivas e de nascentes, busca reforçar o argumento de que o uso da terra na área constitui variável desencadeadora de ocorrências erosivas.

## 2. Metodologia

### 2.1. Localização e caracterização geral da área

A área de estudo situa-se na parte sudeste da área urbana de Santa Maria-RS, junto ao morro do Cerrito. A figura 1 localiza a área de estudo em relação ao perímetro urbano de Santa Maria-RS e, a figura 2 mostra a imagem de satélite da área do morro do Cerrito.

O município de Santa Maria situa-se na depressão periférica sulrio-grandense (Roos, 1996), junto à transição para os planaltos e chapadas da bacia do Paraná (rebordo do planalto). A parte que corresponde ao denominado rebordo do planalto apresenta-se como uma faixa transicional entre a depressão periférica e o planalto, caracterizando-se por apresentar escarpas abruptas, festonamentos e a presença de morros testemunhos. O compartimento mais baixo corresponde à depressão periférica, abrangendo a maior parte da área urbana de Santa Maria.

Os morros de Santa Maria, entre eles o Cerrito constituem áreas com declives acentuados (superiores a 15%) e constituem segmentos do rebordo do Planalto. Apresenta o substrato rochoso composto pela Formação Santa Maria (membro Alemôa), Formação Caturrita e Formação Serra Geral (Bortoluzzi, 1974; Silva, 1997). Está inserido no domínio da Floresta Estacional Semi-Decidual (RADAMBRASIL, 1986). O clima, com base na classificação de Köppen, enquadra-se como sendo mesotérmico brando Cfa. As precipitações são regulares durante todo o ano, não apresentando estação seca (Ayoade, 1986).

Dispersas pela área estão distribuídas comunidades. Algumas cons-

tituindo aglomerações de construções entre residências, estabelecimentos industriais e comerciais, áreas de esporte e lazer. A área de entorno ao morro apresenta, em alguns pontos, espaços vazios que constituem as áreas sobre as quais há o avanço das edificações.

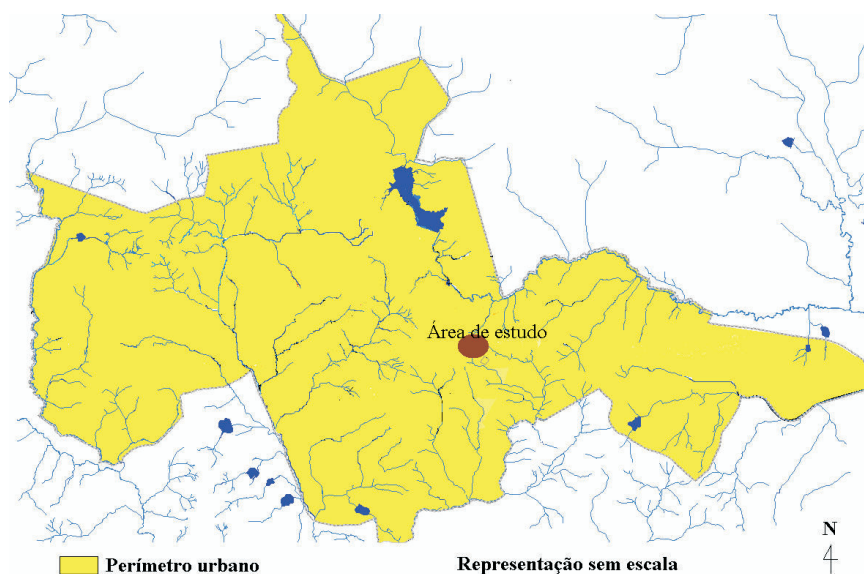


Figura 1. Situação da área de estudo em relação ao perímetro urbano de Santa Maria-RS.

## 2.2 Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do trabalho foram desenvolvidas etapas como o levantamento bibliográfico, trabalho de gabinete e laboratório e trabalho de campo.

### 2.2.1 Elaboração do mapa base

Para a laboração do mapa base utilizou-se da carta topográfica Camobi folha SH.22.V.C.IV/1-SE em escala 1:25.000. Além da delimitação, foram copiadas a rede de drenagem e a rede viária. A edição da base cartográfica se deu através do aplicativo Spring 4.1. Esse mapa serviu como base para o mapeamento da declividade. A Figura 3 mostra o mapa base.

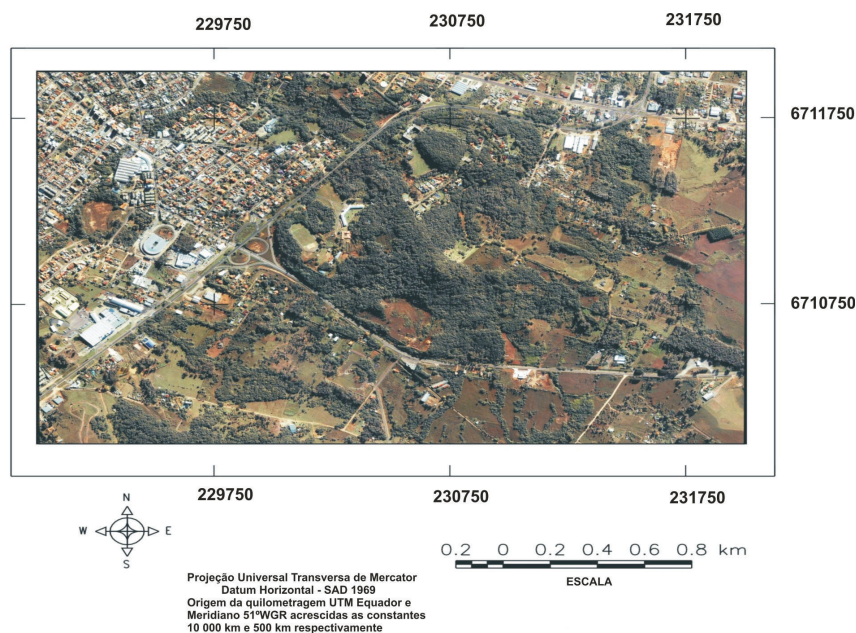


Figura 2. Imagem orbital da área do morro do Cerrito.

### 2.2.2 Elaboração do mapa clinográfico

O mapa clinográfico foi obtido com base na carta topográfica. Tomou-se como base a metodologia proposta por Herz & De Biasi (1992), com as classes de 0-5%; 5-12%; 12-30%; 30-47%; >47%. A cada uma das classes foi atribuída uma cor específica obedecendo-se uma ordem visual conforme Martinelli (1991). A geração do mapa foi realizada no módulo *SCarta 4.1* onde foi ativado o projeto criado anteriormente no *Spring 4.1*.

### 2.2.3. Determinação do índice de concentração de nascentes (ICN) e determinação do índice de concentração erosiva

A partir da imagem, mapa base e do mapa clinográfico, quantificou-se o número de nascentes e o número de ocorrências erosivas para as classes de declividade. Quantificou-se a área de cada classe de declividade e após determinou-se o índice de concentração de nascentes (ICN) e o índice de concentração erosivas (ICE) para a área de estudo através do emprego das equações 1e 2. Repetiu-se a operação para cada uma das classes de declividade

$$ICN = \frac{n^{\circ} \text{ nascentes}}{\text{área}} \quad \text{equação 1}$$

$$ICE = \frac{n^{\circ} \text{ ocorrências}}{\text{área}} \quad \text{equação 2}$$

Obtidos os índices, foi aplicada a correlação de Pearson (Gerardi & Silva 1981) para a concentração de nascentes e a concentração erosiva, sempre considerando as classes de declividade. Depois de obtida a correlação foi plotado o gráfico de dispersão e ajustada a equação de regressão.

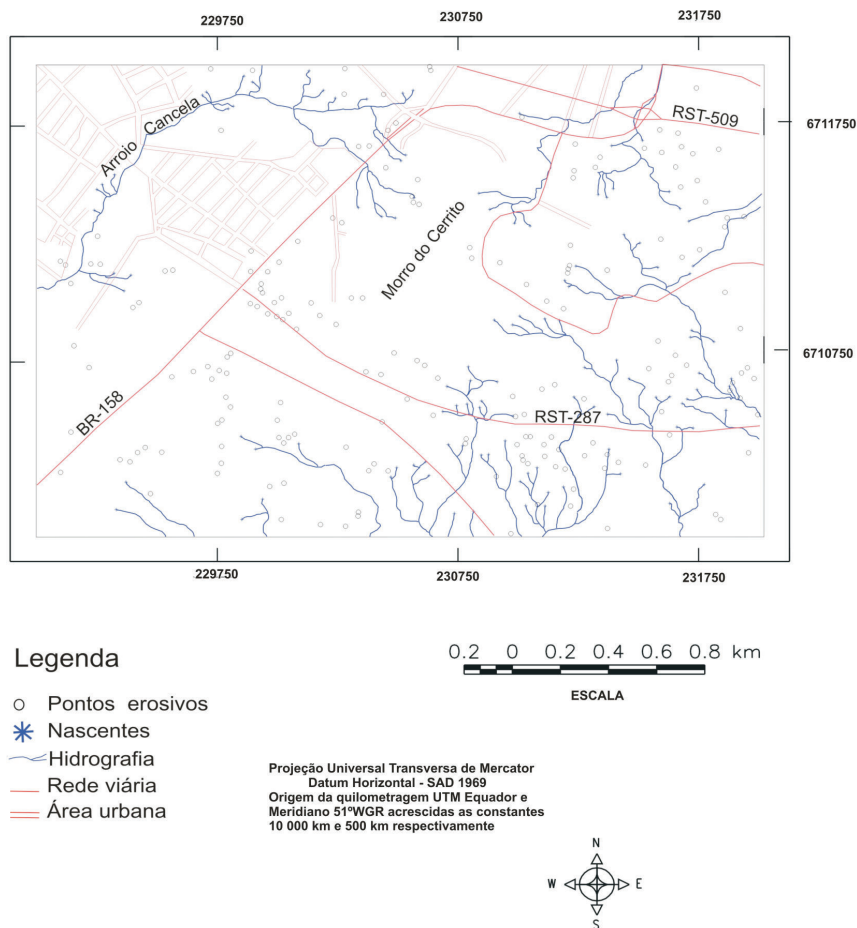


Figura 3. Base cartográfica da área de estudo.

### 3. Resultados e discussão

As informações referentes a declividade relacionadas com a ocorrência de erosões são indicadores importantes uma vez que apontam a interferência do grau de declive frente à erosão. As nascentes constituem-se em cabeceiras de drenagem (canais de 1ª ordem) cuja atuação erosiva se mostra mais solidificada na paisagem. Portanto a relação entre a concentração de nascentes e a concentração de ocorrências erosivas, consideradas as classes de declividade, fornece informações acerca do grau de interferência antrópica em determinada área. A Figura 4 traz o mapa clinográfico obtido para a área de estudo. A tabela 1 mostra o resultado da quantificação das áreas abrangidas pelas classes de declividade e a tabela 2 mostra o ICN obtido por classe de declividade.

**Tabela 1.** Área das classes de declividade quantificadas a partir do mapa clinográfico.

Classe de declividade(%)	Área (ha)	% sobre área total
Acima de 47	2,95	0,5
30 a 47	19,32	3,23
12 a 30	191,29	31,97
5 a 12	215,70	36,05
até 5	168,96	28,25
Total	598,23	100

**Tabela 2.** Índice de concentração de nascentes por classe de declividade da área do morro Cerrito e adjacências.

Classe de declividade(%)	Número de nascentes	Área (ha)	ICN
Acima de 47	1	2,95	0,34
30 a 47	6	19,32	0,31
12 a 30	46	191,29	0,24
5 a 12	38	215,70	0,18
até 5	24	168,96	0,14
Total	120	598,23	0,20

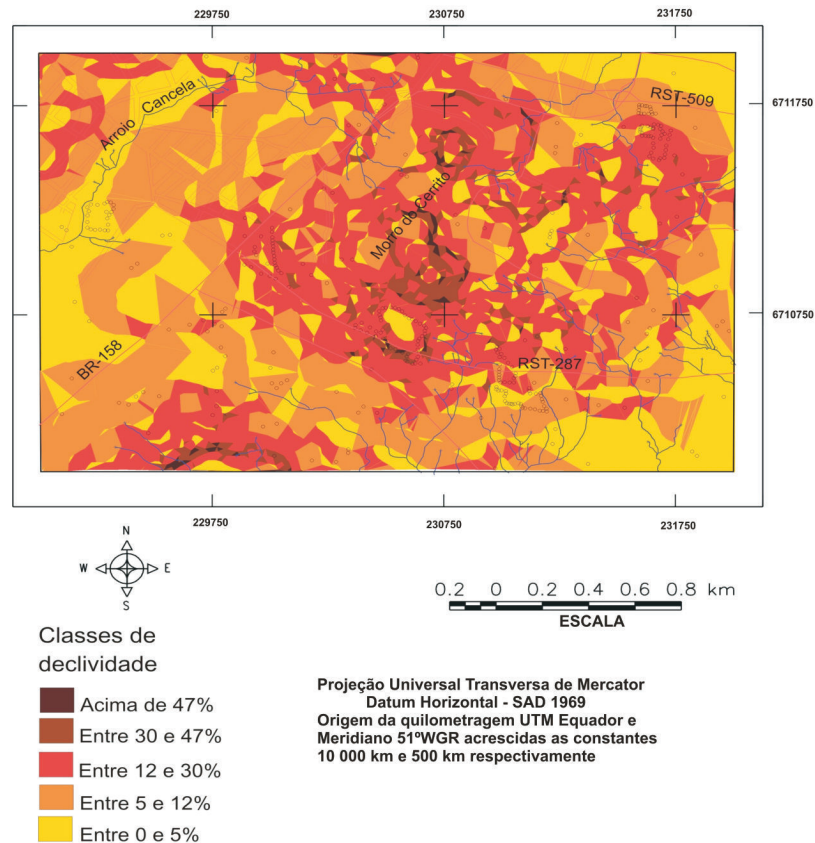


Figura 4. Mapa clinográfico obtido para a área de estudo.

Os resultados mostram o predomínio das áreas com declividade até 30%, onde em números absolutos, existe uma maior ocorrência de nascentes. Considerando o ICN, ocorre que na medida em que aumenta a declividade há aumento do ICN, numa relação positiva revelada pela correlação de Pearson (0,99).

A Figura 5 mostra o gráfico obtido a partir da relação entre o ICN e o limite superior das classes de declividade.

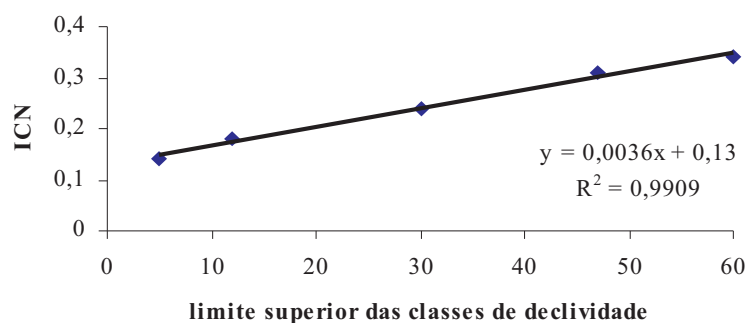
A Tabela 3, relaciona o número de ocorrências erosivas, áreas das classes de declividade e o índice de concentração erosiva (ICE). Da mesma forma que o ICN, fornece informação acerca do planejamento do uso da terra.

O resultado da tabela 3 mostra que nas áreas com declividade até 30%, em números absolutos, existe um maior número de ocorrências erosivas. Considerando o ICE, ocorre maior concentração na classe entre



12 a 30% de declividade. O diagrama de dispersão (figura 6) e a correlação de Perason (-0,22) mostram que as ocorrências erosivas ocorrem de maneira aleatória em relação às classes de declividade.

Os resultados obtidos indicam uma relação positiva entre a concentração de nascentes e o aumento da declividade e uma aleatoriedade entre a concentração de ocorrências erosivas e o aumento da declividade. Isso indica que as ocorrências erosivas estão mais fortemente relacionadas a outras variáveis cujo grau de controle supera a declividade. O uso da terra, entre outras, pode ser eleito como uma dessas variáveis.



**Figura 5.** Diagrama de dispersão e ajuste da equação de regressão obtido a partir da relação entre o ICN e o limite superior das classes de declividade da área do morro Cerrito e adjacências

**Tabela 3.** Índice de concentração erosiva por classe de declividade da área do morro Cerrito e adjacências.

Classe de declividade(%)	Número de ocorrências erosivas	Área (ha)	ICE
Acima de 47	1	2,95	0,34
30 a 47	3	19,32	0,16
12 a 30	68	191,29	0,36
5 a 12	67	215,70	0,31
até 5	52	168,96	0,31
Total	191	598,23	0,32

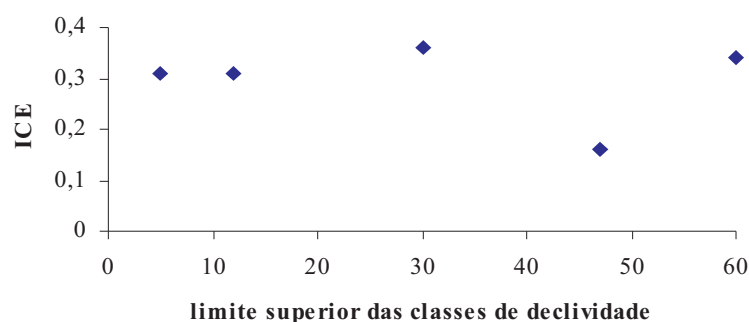


Figura 6. Diagrama de dispersão obtido a partir da relação entre o ICE e o limite superior das classes de declividade da área do morro Cerrito e adjacências.

#### 4. Considerações finais

A partir da relação entre a declividade e os processos erosivos que ocorrem na área do morro Cerrito e adjacências, os resultados obtidos mostram que se estabelece uma relação positiva entre o ICN e o aumento da declividade. Nota-se, porém que não ocorre o mesmo em relação ao ICE, que apresenta aleatoriedade quando confrontado com as classes de declividade. Isso indica que as ocorrências erosivas estão relacionadas a outras variáveis além da declividade. Essas outras variáveis oferecem maior grau de controle. O uso da terra pode ser eleito como uma forte variável de controle.

A relação positiva encontrada para a relação entre o ICN e a declividade revela que as nascentes conectadas a rede de canais denota o reflexo da ação erosiva atuante por maior tempo onde a influência da declividade pode ser notada com maior destaque. Já a aleatoriedade entre a declividade e as ocorrências erosivas revela a atuação de processos controlados por variáveis num menor espaço temporal. Portanto, nesse raciocínio a ação antrópica é uma das variáveis de elevado controle nas ocorrências erosivas da área do morro Cerrito e adjacências.

## 5. Referências bibliográficas

- AYOADE, J. O. *Introdução à Climatologia para os Trópicos*. São Paulo: Difel, 1986, 332p.
- BORTOLUZZI, C.A. Contribuição à Geologia da Região de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisas*, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p.7-86, 1974.
- De BIASI, M.de. Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. *Geomorfologia*, São Paulo, IGEO/USP, n. 21, 1970.
- FIBGE - FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA. *Projeto RADAMBRASIL. Folha SH-21*. Rio de Janeiro: FIBGE; 1986. vol.33.
- GERARDI, L. H. O. & SILVA, B. C. M. N. *Quantificação em Geografia*. São Paulo: Difel. 1981. 161p.
- ROSS, J.L. *Geografia do Brasil*. São Paulo-SP: Edusp, 1996.
- MARTINELLI, M. *Curso de Cartografia Temática*. São Paulo: Contexto, 1991. 180p.
- SILVA, J.L.S. *Estudo dos processos de silicificação e calcificação em rochas sedimentares mesozóicas do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Tese de doutorado. Curso de Pós-graduação em Geociências. Instituto de Geociências UFRGS. 1997.

