



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Clima e Intemperismo na Formação dos Solos do Rio Grande do Sul, Brasil*

Elsbeth Léia Spode Becker¹, Galileo Adeli Buriol², Nereu Augusto Streck³

* Parte da Tese de Doutorado da primeira autora apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM.

¹ Professora Adjunta da Área de Ciências Humanas – Centro Universitário Franciscano – UNIFRA. Rua Cristalino Machado Soares, 260/3. Bairro Camobi. 97.110-210 – Santa Maria – RS. Fone: (55)3226-1891; (55)32201239. E-mail: elsbeth.geo@gmail.com.

² Professor Titular da Área de Ciências Naturais e Tecnológicas – Centro Universitário Franciscano - UNIFRA. Bolsista do CNPq. E-mail: galileo@unifra.br.

³ Professor Titular do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciência Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Bolsista do CNPq. E-mail: nstreck1@smail.ufsm.br.

Artigo recebido em 22/12/2011 e aceito em 07/01/2012

RESUMO

Neste estudo objetivou-se determinar a influência das disponibilidades climáticas na variação do tipo de intemperismo e na formação dos solos do Rio Grande do Sul-Brasil. Foram utilizados três modelos matemáticos para determinar as características do intemperismo. No cálculo e representação gráfica dos modelos utilizou-se as médias anuais de temperatura e de precipitação pluvial de 41 estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME), período 1931-1960. Constatou-se que, segundo os modelos de intemperismo, os solos do Estado são submetidos à condições de zonas temperadas quentes, que favorecem o intemperismo químico e as condições de alteração e de lixiviação típicas da zona de monossialitização.

Palavras-chave: rocha, temperatura, precipitação pluvial.

Climate and Weathering the Formation of the Soils in Rio Grande do Sul State, Brazil

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the influence of climate on the variation of the type of weathering and on the formation of the soils in Rio Grande do Sul State – Brazil. Three numerical models were used to determine weathering characteristics. Data of average annual temperature and average total annual rainfall from 1931 to 1960 from 41 meteorological stations of the 8º Brazilian National Service (8º DISME) were used. Results showed that for the weathering models, soils of this State are exposed to climatic conditions of hot temperate climates, which favor chemical weathering and the conditions for alteration and lixiviation typical of the monossialitization zone.

Keywords: rock, temperature, rainfall.

1. Introdução

A formação dos diferentes tipos de solos está diretamente relacionada ao intemperismo das rochas da superfície terrestre, provocado pela ação integrada de fatores, como clima, material de origem, relevo, organismos e tempo (Jenny, 1941).

Dentre esses, o clima é aquele que, isoladamente, mais influencia no intemperismo (Teixeira et al., 2003). Os dois elementos climáticos mais importantes no intemperismo, precipitação pluvial e temperatura, determinam a natureza e a velocidade das reações químicas nas rochas e definem a formação dos solos.

* E-mail para correspondência: elsbeth.geo@gmail.com (Becker, E. L. S.).

No processo de pedogênese, a desagregação das rochas é função, basicamente, da temperatura e a sua decomposição (ou alteração) é decorrente, principalmente, do conteúdo de água e, portanto, da precipitação pluvial. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento de microorganismos e da vegetação, importantes para a evolução dos solos, está diretamente relacionado a esses elementos climáticos (Jenny, 1941).

A ação dos elementos climáticos no ambiente natural pode ser física, química e biológica. O processo físico predomina nas áreas onde a precipitação pluvial é baixa e as temperaturas podendo ser altas ou baixas ou, ainda, com elevadas amplitudes térmicas. A deficiência hídrica e as temperaturas extremas provocam a abertura de fissuras no solo, facilitando a desagregação. No processo químico, prevalece, igualmente, a ação da temperatura e da umidade no solo. Nas regiões mais úmidas, a água que se infiltra leva para as camadas inferiores elementos químicos solúveis, provocando a lixiviação da superfície e a acumulação desses em profundidade. O processo biológico é facilitado pela atuação da precipitação pluvial e da temperatura que auxiliam na decomposição da matéria orgânica e no desenvolvimento de microorganismos (Burgos, 1969, 1970; Murck et al., 1996). Nesse contexto, a gênese dos diferentes tipos de solos na superfície terrestre é influenciada, principalmente, pelas disponibilidades

climáticas, entre elas a temperatura e a precipitação pluvial.

Nos processos de alteração da superfície terrestre, em função dos fatores climáticos, distinguem-se, basicamente, dois grandes domínios edafoclimáticos: regiões sem e com alteração química. As regiões sem alteração química (deve-se considerar que sempre há alguma alteração, porém, é mínima), que correspondem a, aproximadamente, 14% da superfície continental, são aquelas caracterizadas por uma acentuada carência de água no estado líquido. Aquelas com alteração química, que abrangem o resto do globo. Distinguem-se, ao mesmo tempo, por uma frequência de água no solo e pela existência de cobertura vegetal mais ou menos desenvolvida. Este último caso constitui-se um domínio edafoclimático heterogêneo, subdividido em quatro zonas latitudinais de distribuição, em função das características climáticas: zona de acidólise, zona de alitização, zona de monossilicização e zona de bissilicização (Skinner; Porter, 1995).

A zona de acidólise corresponde, aproximadamente, a 16% da superfície continental da Terra e localiza-se na região circumpolar do hemisfério norte. Esse tipo de intemperismo é mais comum em regiões de clima frio onde a decomposição da matéria orgânica não é completa, levando à formação de ácidos orgânicos e turfas, sendo os solos resultantes ricos em quartzo e em matéria orgânica (Skinner; Porter, 1995). No Brasil, a acidólise não é um fenômeno comum na

formação de solo, porém no Rio Grande do Sul ocorrem os Argissolos, predominantemente, na Depressão Central e, de forma esparsa, em outras regiões do Estado.

A zona de alitização ou ferralitização abrange em torno de 13% da superfície continental do planeta e corresponde às regiões de domínio tropical, próximas ao Equador, caracterizadas por precipitação pluvial elevada e vegetação densa (Skinner; Porter, 1995). Nesses ambientes, a dessilicação e lixiviação são intensas, ou atuaram durante um longo tempo sem que houvesse um rejuvenescimento do solo pelo aporte de material. Predomina o intemperismo químico através de hidrólise total e formação de óxidos e hidróxidos de alumínio., especialmente, os argilominerais como a Gibbsita (óxido de Alumínio) e Hematita e Goethita (óxidos de Ferro) (Loughnan, 1969). É típico no Brasil Central, originando Latossolos gibbsíticos e férricos (Thomas, 1994; Bigarella, 1994).

A zona de monossilicificação compreende 18% da superfície continental da Terra e está contida no domínio tropical típico, em áreas de latitudes médias do Hemisfério Sul e Norte (Skinner; Porter, 1995). A monossilicificação ocorre no caso de hidrólise parcial em que são originados argilominerais do tipo caulinita, em que a relação de átomos Si:Al é 1:1 (um átomo de silício para um de alumínio na molécula). Nessas condições, predominam os solos das

zonas temperadas quentes com tendência à formação de perfis de solos profundos como os Latossolos, Nitossolos e os Chernossolos (Loughnan, 1969; Bigarella, 1994). É a que ocorre em grande parte do Rio Grande do Sul e influencia, preferencialmente, na formação dos solos do Estado com aptidão para agricultura.

A zona de bissialitização corresponde a, aproximadamente, 39% da superfície continental do globo e localiza-se nas zonas temperadas e áridas (Skinner; Porter, 1995). Nesses ambientes, pode ocorrer a hidrólise parcial, em que são formados argilominerais do tipo esmectita, em que a relação Si:Al é 2:1 (dois átomos de silício para um de alumínio na molécula). Típica de ambientes com drenagem lenta, impedida e freqüente em regiões semi-áridas (Skinner; Porter, 1995). Nesses ambientes, formam-se os solos das zonas temperadas médias (Bigarella, 1994). No Rio Grande do Sul, ocorre na Região da Campanha Gaúcha, originando os Vertissolos, em relevo de coxilhas suavemente onduladas (Streck et al., 2008).

Uma das maneiras de sintetizar a influência e a interdependência entre os solos e os elementos do clima tem sido a utilização de modelos de intemperismo e modelos edafoclimáticos. Na determinação do tipo e eficácia do intemperismo, há os modelos apresentados por Suguio (2003) e Teixeira et al. (2003). Entre os modelos edafoclimáticos, mundialmente utilizados, está o de Géze (1959). Possivelmente, esse modelo, é o que

possui características geográficas apropriadas para demonstrar a relação existente entre a formação dos solos e as faixas climáticas, dispostas pela influência da precipitação pluvial e da temperatura do ar.

Strahler e Strahler (2005) apresentam um esquema (modelo teórico) das classes de solo de 1º nível categórico (ordens) e as principais subordens da *Soil Taxonomy* (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 1998), distribuídas em um continente (teórico), segundo as zonas climáticas. Cada subordem indica uma relação entre clima e latitude, acentuando a interdependência entre clima e a formação do solo.

Bueno (1984) enfatiza que o clima influencia de tal modo à evolução dos solos que, em escala mundial, a carta das zonas climáticas corresponde, aproximadamente, com a da distribuição geográfica dos solos. Em nível de detalhe, entretanto, são encontradas modificações locais, consequência da maior ou menor continentalidade, da topografia e da cobertura vegetal. Ao utilizar o modelo de Géze (1959), concluiu que nos climas caracterizados por fraca precipitação pluvial, a formação e a evolução dos solos são semelhantes às de regiões desérticas e/ou subdesérticas, independentemente da temperatura.

No Rio Grande do Sul, as chuvas são frequentes e bem distribuídas e a amplitude térmica anual favorece o intemperismo químico e a formação de solos com maior

proporção de minerais secundários (fração argila). Nessas condições, originam-se argilominerais do tipo caulinita, na relação 1:1 de Si:AL (silício e alumínio). No entanto, há, no Estado do Rio Grande do Sul, doze classes de solos identificadas e mapeadas, distribuídos de forma bastante heterogênea e com alternância, incluindo também solos rasos e pouco desenvolvidos (BRASIL, 1973; EMBRAPA, 2006; Streck, et al., 2008).

Essas evidências induzem que as condições climáticas atuais no Estado têm influência na formação dos solos, apesar de, por si só, não explicarem a variedade e a alternância dos tipos de solos aí existentes. Dessa forma, é relevante relacioná-los às disponibilidades climáticas, tanto por meio de modelos de intemperismo como também de edafoclimáticos. Possivelmente, os únicos trabalhos realizados para a parte meridional da América do Sul, relacionando solos às disponibilidades climáticas, são os de Burgos (1969, 1970). A representação cartográfica também é um instrumento bastante útil para relacionar os diferentes tipos de solos às zonas climáticas. Por exemplo, os solos de altas latitudes são jovens, formados por material fracamente intemperizado. Para o continente americano, foi essencial a cartografia do solo traçada com base na classificação da *Soil Taxonomy*, pois permitiu estabelecer equivalência entre solos e clima de outras regiões do globo. Nesse mapa, em escala pequena, fica evidente que a distribuição dos solos é zonal em função da

latitude, sendo relacionada, portanto, às condições climáticas.

O objetivo neste estudo foi determinar a influência das disponibilidades climáticas na variação do tipo de intemperismo que atua na formação dos solos no Rio Grande do Sul-Brasil.

2. Material e Métodos

A relação das disponibilidades climáticas e tipo de intemperismo existentes na formação dos solos no Rio Grande do Sul foi realizada por meio dos modelos de intemperismo contidos em Teixeira et al. (2003) e Suguio (2003) e do modelo edafoclimático de Géze (1959). Este último foi escolhido dentre os diferentes modelos edafoclimáticos por levar em conta características geográficas ao relacionar a formação dos solos às faixas climáticas dispostas pela influência da precipitação pluvial e a temperatura.

No modelo apresentado em Teixeira et al. (2003), são expressas, graficamente, a temperatura média anual no eixo das ordenadas e a precipitação pluvial média anual no eixo das abscissas. O gráfico é dividido em zonas de intemperismo físico (forte, moderado e leve), químico (forte, moderado e moderado com ação do congelamento) e físico e químico muito leves.

O modelo apresentado em Suguio (2003), considera que a intensidade do intemperismo pode relacionar-se à temperatura, precipitação pluvial e vegetação.

Os valores de precipitação pluvial e de temperatura são expressos, graficamente, segundo as coordenadas geográficas.

No modelo de Géze (1959), a variável temperatura média anual condiciona a distribuição geográfica dos tipos de solos, segundo a latitude, dos Pólos ao Equador; e a variável, precipitação pluvial média anual, está disposta em faixas concêntricas, em torno das regiões desérticas. As regiões desérticas foram determinadas pelo índice de aridez de Martonne (1926): $I_M = P/T + 10$, em que I_M é o Índice de aridez de Martonne, P é a precipitação pluvial média anual e T a temperatura média anual.

Foram utilizadas as médias anuais de temperatura do ar e as médias dos totais anuais de precipitação pluvial de 41 estações meteorológicas pertencentes ao 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME), período 1931-1960, relacionadas no Quadro 1.

Os dados foram digitados e organizados nas planilhas do programa *Microsoft Windows Excel 2003* e exportados para o programa *Corel Draw 13*, para representação e adaptação, em escala equivalente, nos modelos de intemperismo (Suguio, 2003; Teixeira et al., 2003). As 41 estações meteorológicas foram, ainda, georreferenciadas e representadas no mapa do Rio Grande do Sul, adaptado de Moreira (2003), com a utilização do Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2007). A

distribuição geográfica das médias dos totais anuais de precipitação pluvial e das médias anuais de temperatura do ar, entre 1931 e

1960, foram representadas com base nos valores do Quadro 1, no programa *Spring* versão 4.2.

MUNICÍPIOS	ALTITUDE (m)	LATITUDE SUL	LONGITUDE OESTE	T (°C)	P (mm)
Alegrete	116	29°46'47"	55°47'15"	18.6	1574
Bagé	216	31°20'13"	54°06'21"	17.9	1264
Bento Gonçalves	619	29°10'00"	51°25'00"	16.8	1599
Bom Jesus	1047	28°40'10"	50°26'25"	14.4	1545
Caçapava do Sul	450	30°30'32"	53°29'22"	16.8	1588
Cachoeira do Sul	68	30°02'45"	52°53'39"	18.8	1438
Caxias do Sul	740	29°10'25"	51°12'21"	15.9	1663
Cruz Alta	473	28°38'21"	53°36'34"	18.4	1729
Dom Pedrito	140	30°58'57"	54°39'56"	18.2	1359
Encruzilhada do Sul	420	30°32'35"	52°31'20"	16.5	1504
Guaporé	450	28°55'44"	51°54'45"	16.9	1686
Iraí	227	27°11'45"	53°14'01"	18.8	1787
Itaqui	53	29°07'10"	56°32'52"	20.0	1453
Jaguarão	11	32°33'32"	53°23'20"	17.2	1337
Julio de Castilhos	516	29°13'26"	53°40'45"	18.0	1575
Lagoa Vermelha	805	28°25'35"	51°35'51"	16.7	1735
Marcelino Ramos	383	27°27'40"	51°54'22"	18.8	1652
Palmeira das Missões	634	27°53'55"	53°26'45"	18.1	1919
Passo Fundo	678	28°15'39"	52°24'33"	17.5	1664
Pelotas	7	31°45'00"	52°21'00"	17.5	1405
Piratini	345	31°26'54"	53°06'09"	16.2	1426
Porto Alegre	10	30°01'53"	51°01'53"	19.5	1309
Rio Grande	8	32°01'44"	52°05'40"	18.1	1162
Santa Cruz do Sul	56	29°43'05"	52°25'45"	19.3	1547
Santa Maria	138	29°41'25"	53°48'42"	19.2	1708
Santana do Livramento	210	30°53'18"	55°31'56"	17.8	1388
Santa Rosa	360	27°51'50"	54°25'59"	19.6	1663
Santa Vitória do Palmar	6	33°31'14"	53°21'47"	16.6	1235
Santiago	426	29°11'00"	54°53'10"	17.9	1534
Santo Ângelo	289	28°18'14"	54°15'52"	19.6	1713
São Borja	96	28°39'44"	56°00'15"	20.1	1523
São Francisco de Paula	912	29°20'00"	50°31'21"	14.4	2162
São Gabriel	124	30°20'27"	54°19'01"	18.5	1355
Soledade	720	29°03'14"	52°26'00"	16.9	1986
São Luiz Gonzaga	254	28°23'53"	54°58'18"	19.7	1662
Tapes	5	30°50'00"	51°35'00"	18.8	1213
Taquara	29	29°45'00"	50°45'00"	19.4	1459
Taquari	76	29°48'15"	51°49'30"	19.1	1424
Torres	43	29°20'34"	49°43'39"	18.3	1409

continuação					
Uruguaiana	69	29°45'23"	57°05'12"	19.7	1346
Vacaria	955	28°33'00"	50°42'21"	15.2	1412

Fonte: Instituto de Pesquisas Agronômicas (1989).

Quadro 1. Coordenadas geográficas e médias anuais da temperatura do ar (T) e médias dos totais anuais de precipitação pluvial (P) das estações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul, pertencentes ao 8° DISME, utilizadas no estudo, período 1931-1960.

3. Resultados e Discussão

Na Figura 1 estão plotados os dados climáticos das 41 estações meteorológicas (Quadro 1) no modelo gráfico contido em Teixeira et al. (2003). Observa-se que, no Estado, as condições climáticas são de intemperismo químico forte e moderado. Os dados de 22 estações meteorológicas (Alegrete, Bento Gonçalves, Bom Jesus, Caçapava do Sul, Caxias do Sul, Cruz Alta, Guaporé, Irai, Júlio de Castilhos, Lagoa Vermelha, Marcelino Ramos, Palmeira das Missões, Passo Fundo, Santa Cruz do Sul,

Santa Maria, Santa Rosa, Santiago, Santo Ângelo, São Borja, São Francisco de Paula, São Luiz Gonzaga e Soledade) enquadram-se no modelo, nas condições de intemperismo químico forte e 19 estações meteorológicas (Bagé, Cachoeira do Sul, Dom Pedrito, Encruzilhada do Sul, Itaqui, Jaguarão, Pelotas, Piratini, Porto Alegre, Santana do Livramento, Santa Vitória do Palmar, São Gabriel, Tapes, Taquara, Taquari, Torres, Uruguaiana e Vacaria), enquadram-se no intemperismo químico moderado.

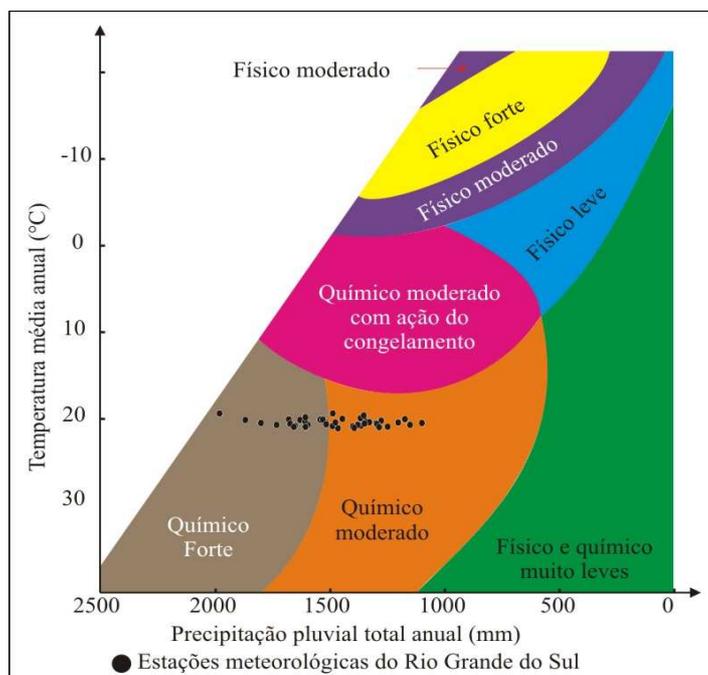


Figura 1. Enquadramento das médias anuais de temperatura do ar e das médias dos totais anuais de precipitação pluvial das 41 estações meteorológicas do Estado, utilizadas no modelo de intemperismo apresentado em Teixeira et al., (2003).

As maiores variações entre as diferentes estações meteorológicas ocorrem com as médias dos totais anuais de precipitação pluvial. Dessa forma, esse elemento climático é aquele que mais influencia na intensidade

do intemperismo no Estado, conforme pode ser observado na distribuição geográfica das médias dos totais anuais de precipitação pluvial (Figura 2).

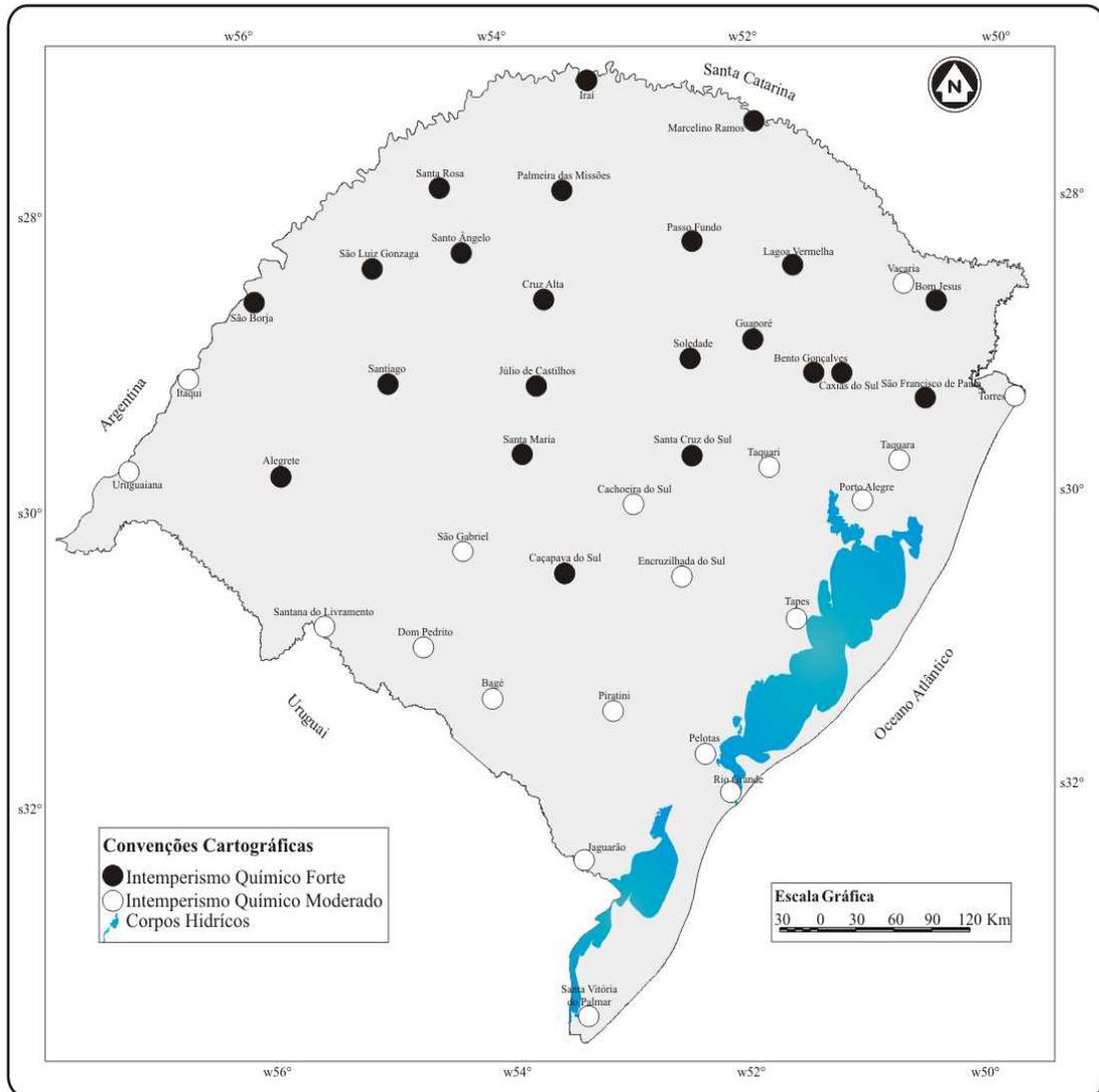


Figura 2. Distribuição geográfica das condições de intemperismo segundo enquadramento das médias anuais de temperatura do ar e das médias dos totais anuais de precipitação pluvial das 41 estações meteorológicas do Estado, utilizadas no modelo de intemperismo apresentado em Teixeira et al., (2003).

As 22 estações meteorológicas que atestam intemperismo forte estão localizadas ao norte do Estado, onde ocorrem os valores mais elevados de precipitação pluvial. Isso está de acordo com Skinner & Porter (1995)

quando afirmam que a intensidade do intemperismo químico está associada aos valores e frequência da precipitação pluvial: quanto maior a disponibilidade hídrica (média dos totais) e mais frequente for sua renovação

(distribuição dos totais), mais intensas serão as reações químicas do intemperismo.

A maior influência da precipitação pluvial no intemperismo na formação dos solos no Estado pode ser observado, confrontando-se os dados da distribuição geográfica das médias dos totais anuais de precipitação pluvial (Figura 3), com aqueles das médias anuais da temperatura do ar (Figura 4). Em estações meteorológicas com elevados valores de precipitação pluvial, o intemperismo na formação dos solos é forte, independentemente dos valores das temperaturas. Isso pode ser comprovado no

caso do intemperismo forte pelos dados das estações meteorológicas de São Francisco de Paula e Palmeira das Missões. No primeiro local, há valores elevados de precipitação e baixa temperatura e, no segundo, os valores tanto de temperatura como de precipitação pluvial são elevados. No caso de intemperismo químico moderado, podem-se comparar os locais de Uruguaiana e Rio Grande, onde, respectivamente, há valores baixos de precipitação pluvial, elevados de temperatura e valores baixos tanto de precipitação pluvial quanto de temperatura.

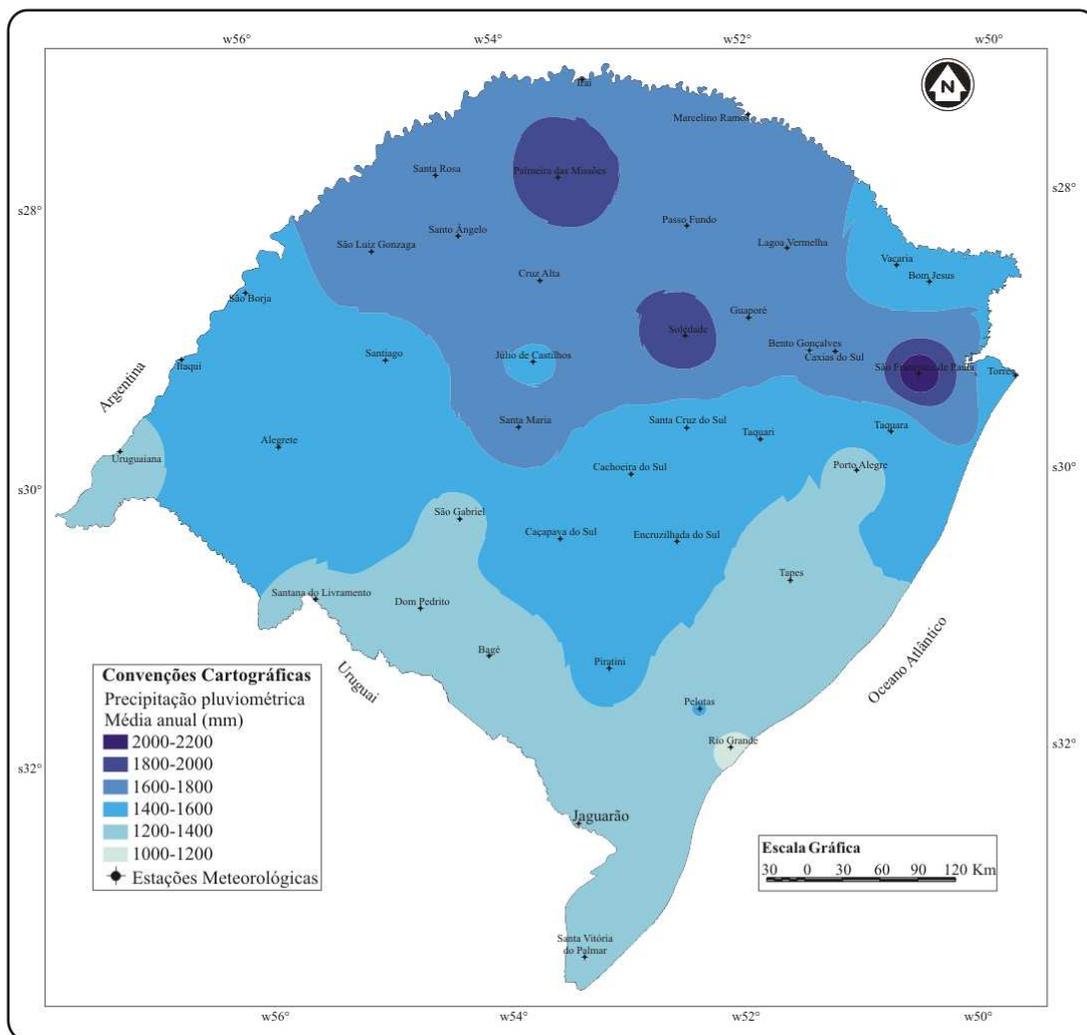


Figura 3. Distribuição geográfica das médias dos totais anuais de precipitação pluvial, entre 1931 e 1960, com base nos valores do Quadro 1.

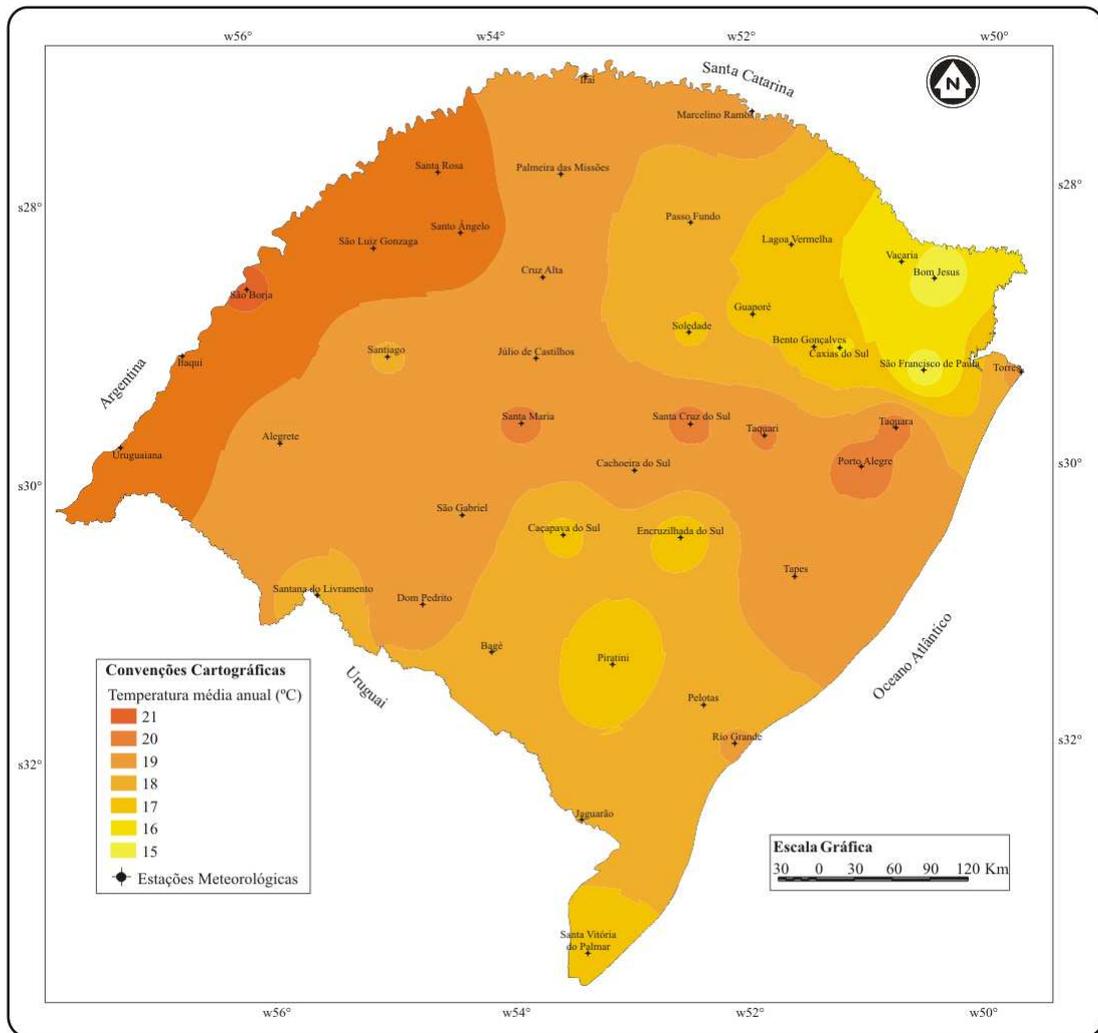


Figura 4. Distribuição geográfica das médias dos totais anuais de temperatura do ar, entre 1931 e 1960, com base nos valores do Quadro 1.

Com exceção de Caçapava do Sul, as estações meteorológicas enquadradas no modelo como de intemperismo forte localizam-se na metade norte do Estado, que é onde mais chove no Rio Grande do Sul. Em Caçapava do Sul, a única estação meteorológica da metade sul do Estado em que se observa a ocorrência de intemperismo químico forte, pois aí a precipitação pluvial é mais elevada do que nas outras estações meteorológicas da mesma região, em função da altitude.

Outra exceção é em Vacaria no nordeste

do Estado onde constatou-se menor precipitação pluvial do que nas demais estações meteorológicas localizadas no Planalto Norte-rio-grandense. Portanto, tanto na metade norte como na metade sul do Estado ocorrem exceções: no nordeste do Planalto Norte-rio-grandense, na estação meteorológica de Vacaria, a média dos totais anuais de precipitação pluvial é de 1412 mm e, na Serra do Sudeste, na estação de Caçapava do Sul, de 1588 mm, respectivamente abaixo e acima de 1500 mm, limite entre condições de intemperismo forte

e moderado. No caso de Vacaria e região, a menor precipitação pluvial, em relação às estações meteorológicas próximas, deve-se a uma conjugação entre fatores orográficos e direção dos ventos locais. Nessa região do Planalto, diminui o efeito convectivo do rebordo da Serra Geral nas massas de ar originárias do sul do continente americano. Os ventos, em sua trajetória, alcançam o topo do Planalto com menor temperatura e umidade e, portanto, propiciam precipitações pluviais menos intensas e mais esparsas. No caso de Caçapava do Sul, a maior precipitação pluvial é em função do efeito da altitude, especialmente, nas áreas mais elevadas da

Serra do Sudeste.

Pelo modelo de Suguio (2003) (Figura 5), os resultados confirmam àqueles da Figura 1, indicando que o tipo e a intensidade do intemperismo, relacionado à temperatura e precipitação pluvial, favorecem as condições de alteração e de lixiviação típicas da zona de monossilitização e confirma-se que o intemperismo é função, principalmente, da precipitação pluvial. Essas condições favorecem a formação de um solo com maior proporção de minerais secundários, especialmente a caulinita e os oxi-hidróxidos (Figura 6).

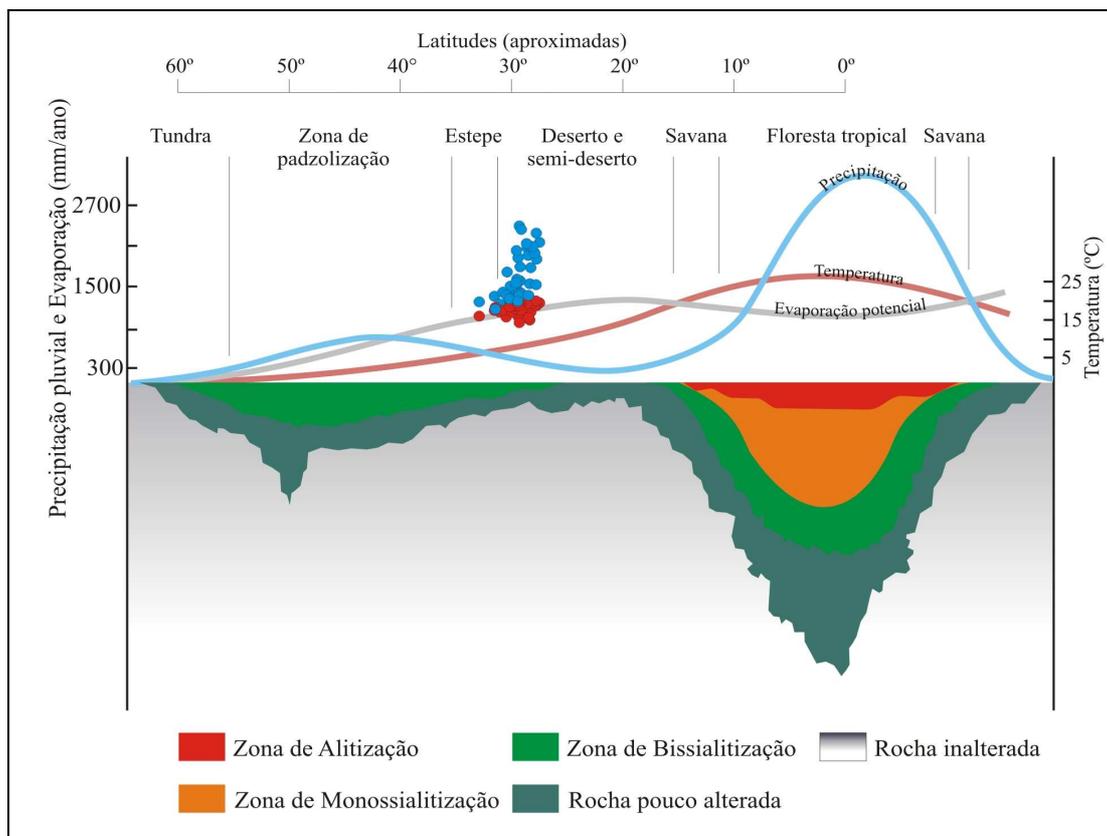


Figura 5. Enquadramento das médias anuais de temperatura do ar e das médias dos totais anuais de precipitação pluvial das 41 estações meteorológicas do Estado, utilizadas no modelo de intemperismo apresentado em Suguio (2003) (modificado).

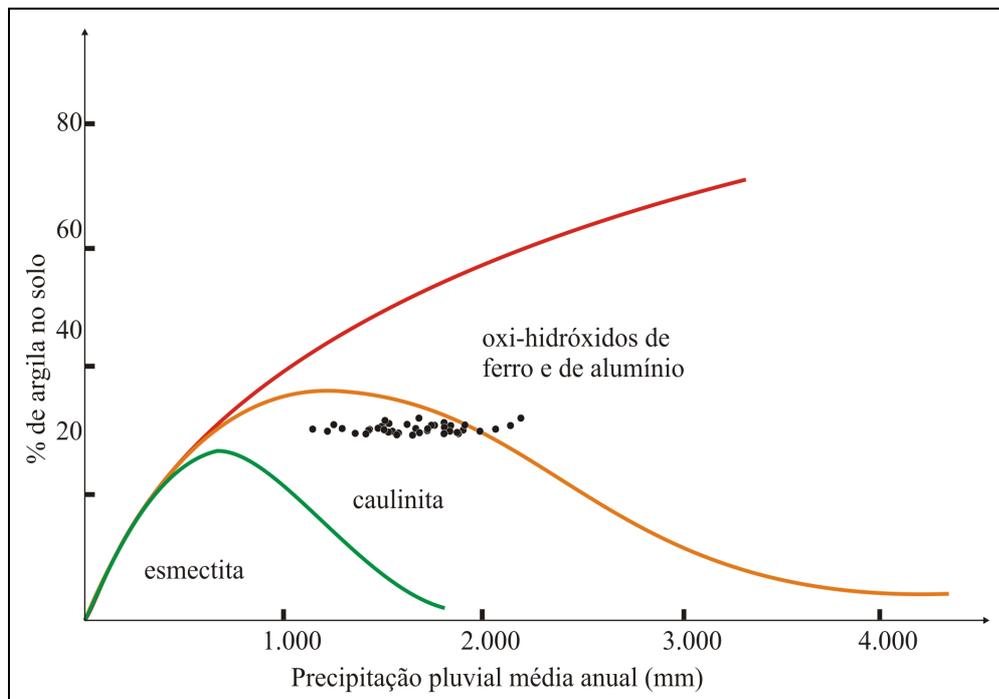


Figura 6. Enquadramento das médias anuais de temperatura do ar e das médias dos totais anuais de precipitação pluvial das 41 estações meteorológicas do Estado, utilizadas no modelo de intemperismo apresentado em Teixeira et al. (2003).

Os dados (Figura 6) confirmam que a quantidade e a natureza dos produtos do intemperismo estão correlacionadas, principalmente, com a precipitação pluvial e confirma a proposição de Teixeira et al. (2003) que para cada faixa de valor de precipitação pluvial corresponde uma composição predominante de minerais secundários: esmectita para valores de precipitação pluvial não muito elevada (bissialitização), caulinita para valores médios (monossialitização) e oxi-hidróxidos para valores mais elevados (alitização e ferralitização).

Constata-se que os solos do Estado enquadram-se nas zonas temperadas quentes. E é nessas condições que ocorre a zona de monossialitização. Conforme Skinner; Porter

(1995), essa zona contida no domínio tropical subúmido, com precipitação pluviométrica superior a 500mm e temperatura média anual superior a 15°C, beneficia a formação dos argilominerais, especialmente, a caulinita e os oxi-hidróxidos de ferro, resultantes do intemperismo do feldspato encontrado em rochas metamórficas, ígneas e sedimentares. O feldspato, quando submetido a condições de precipitação pluvial e de temperatura, condiciona solos profundos e homogêneos, altamente intemperizados.

A água é o agente fundamental da intemperização química. Em regiões com disponibilidades pluviométricas bem distribuídas durante o ano, a temperatura condiciona e potencializa a ação da água: ao mesmo tempo em que acelera as reações

químicas, aumenta a evaporação, diminuindo a quantidade de água disponível para a lixiviação dos produtos solúveis. A cada 10°C de aumento de temperatura, a velocidade das reações químicas aumenta de duas a três vezes (Suguio, 2003).

Pelos resultados obtidos com os modelos de intemperismo apresentados em Teixeira et al. (2003) e Suguio (2003), em todas as estações meteorológicas utilizadas, obteve-se condições de intemperismo químico. Dessa forma, todos os locais estudados se caracterizam como de condições à esfoliação esferoidal da rocha. Levando-se em conta, ainda, as condições climáticas vigentes no Rio Grande do Sul, conclui-se que as disponibilidades hídricas e térmicas favorecem a formação de solos das zonas temperadas quentes que favorecem as condições de alteração e de lixiviação típicas da zona de monossialitização.

4. Conclusões

As condições climáticas do Rio Grande do Sul, temperatura e precipitação pluvial, favorecem o intemperismo químico. O principal agente desse intemperismo químico é a água da precipitação pluvial.

O intemperismo químico forte predomina na metade norte do Estado, enquanto que na metade sul predomina o intemperismo químico moderado.

As disponibilidades pluviais favorecem a formação de caulinita, preponderante na zona de monossialitização.

5. Referências

Bigarella, J. J. (1994). Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Vol. 1. Florianópolis: Editora da UFSC. 424 p.

BRASIL. (1973). Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão pedológica. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Recife. 431 p. (DNPEA. Boletim técnico, 30).

Bueno, M. E. T. (1984). Solo e clima: uma introdução ao estudo de suas relações. Revista Geografia e ensino. Ano 2, nº 6, p. 3-11.

Burgos, J. J. (1969). El clima de la Provincia de Buenos Aires en relación con la vegetación natural y el suelo. In CABRERA, A. L. Flora de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires: INTA, p. 33-39.

Burgos, J. J. (1970). El clima de la Región Noreste de la Republica Argentina con la vegetación natural y el suelo. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires, v. 11, p. 37-102.

EMBRAPA. (2006). Sistema Brasileiro de Classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa solo. 306 p.

Ferreira, M.; Estefanel, V.; Buriol, G. A. (1971). Estimativa das temperaturas médias mensais e anuais do Estado do Rio Grande do Sul. Ver. Centro Ciências Rurais, Santa Maria, v. 1, nº 4, p. 21-52.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em www.dpi.inpe.br/spring/. Acesso em 22 de setembro de 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS AGRONÔMICAS. (1989). Atlas agroclimático do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento. 102p. (V 1).

Jenny, H. (1941). Factors of soil formation. New York: McGraw-Hill. 281 p.

Loughnan, F. C. (1969). Chemical weathering of the silicate minerals. New York: American Elsevier Publishing Company, Inc..390 p.

Martonne, E. de. (1926). Une nouvelle fonction climatologique: l'indice d'aridité. La Météorologie, Paris, oct., p. 449-459.

Moreira, I. (2003). O espaço rio-grandense. São PauloÁtica. 96 p.

Murck, B. W.; Skinner, B. J.; Porter, S. C.

(1996). Environmental geology. New York: J. Willey & Sons. 411 p.

Skinner, B. J.; Porter, S. C. (1995). The dynamic Earth. New York: J. Willey & Sons. 496 p.

Streck, E. V. et al. (2008). Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS. 222 p.

Strahler, A. N.; Strahler, A. N. (2005). Geografia Física. Barcelona. 550 p.

Suguio, K. (2003). Geologia sedimentar. São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 400 p.

Teixeira, W. et al. (2003). Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de textos. 558 p.

Thomas, M. F. (1994). Geomorphology in the tropics. New York: John Wiley & Sons. 320 p.

UNITED STATES DEPARMENT OF AGRICULTURE. (1998). Keys to Soil Taxonomy. Washington D.C..328 p.