

Analisando de forma geral a tabela de declividade apresentada, identifica-se que a bacia hidrográfica do Rio Itu apresenta 90,2% de sua área total, com declividades inferiores a 15%. Sendo este o limite máximo para o emprego de maquinário agrícola, evidencia-se o grande favorecimento do relevo, quanto às condições topográficas, ao desenvolvimento agropecuário da bacia hidrográfica.

4.2.3 – Comprimento das vertentes

O comprimento da vertente apresenta relação direta com o tempo maior de escoamento por ser um fator importante para a erosão superficial, pois um maior volume de água poderá se juntar na descida da vertente até chegar ao curso d'água. A capacidade de infiltração das águas que caem sobre determinada superfície também são influenciadas pelo comprimento das vertentes, pois quanto maior for o percurso a ser percorrido até chegar ao curso d'água, maior será a possibilidade de infiltração desta água. Esse comportamento pode ser bastante significativo na análise dos processos de erosão subterrânea.

Para a bacia do Rio Itu foram medidas 280 vertentes, que foram divididas em 3 classes (Tabela 03).

Analisando-se os comprimentos das vertentes, verifica-se que na bacia hidrográfica do Rio Itu há um predomínio das vertentes médias, sendo que as rampas longas são as menos freqüentes.

A predominância das vertentes curtas ocorre no setor A e B da bacia, ou seja, no alto e médio curso, estando associadas aos vales encaixados de alta declividade, e ao relevo fortemente ondulado, onde o entalhamento das vertentes forma, elevações de pequeno comprimento, isoladas pela rede de drenagem.

Tabela 03 - Classes de comprimento de vertentes e ocorrência na bacia hidrográfica do Rio Itu

Classes (metros)	Alto curso		Médio curso		Baixo curso	
	Ocorrência	(%)	Ocorrência	(%)	Ocorrência	(%)
250 – 700	29	32,2	37	40,6	25	28,2
700 – 1600	43	47,7	50	50,0	53	59,3
1600 – 2500	18	20,1	13	9,4	12	13,5
Total	90	100	100	100	90	100

As vertentes curtas respondem por 32,2% e 40,6% das vertentes medidas nos setores do alto curso e médio curso da bacia hidrográfica, respectivamente.

Vertentes com comprimento entre 1.150 e 2.050 metros associam-se a colinas onduladas e suavemente onduladas com predomínio de declividades entre 5% e 15%. Estes comprimentos são encontrados predominantemente no alto curso da bacia hidrográfica, onde representam 20,1% das vertentes medidas.

4.3 – MAPA DE UNIDADES DE RELEVO

Os dados obtidos permitiram a individualização de sete unidades homogêneas de relevo, representadas na Tabela 04 e identificadas na Figura 10.

A unidade I se apresenta com declividades inferiores a 2%, e altitudes que não ultrapassam os 80 metros (Figura 11). Esta unidade localizada no baixo curso da bacia hidrográfica, em relação à análise da drenagem e dispõe-se em duas pequenas áreas, uma, que se estende junto à drenagem principal próximo da sua foz, no Ibicuí, e a outra, junto à drenagem principal, próxima ao médio curso. Esta unidade ocupa uma área de 87,42km², ou seja, 3,11% da área total da bacia.

Tabela 04 – Características das unidades de relevo da bacia hidrográfica do Rio Itu

Unidade de Relevo	Declividade	Altitude	Características Predominantes	% da Área total
I	< 2	< 80	Áreas Planas	3,11
II	< 5	80-200	Suavemente Onduladas	16,92
III	5-15	< 200	Onduladas	41,15
IV		> 200		10,05
V	>15	<200	Fortemente Ondulada	8,33
VI		>200		15,45
VII		> 200	Escarpa	7,06

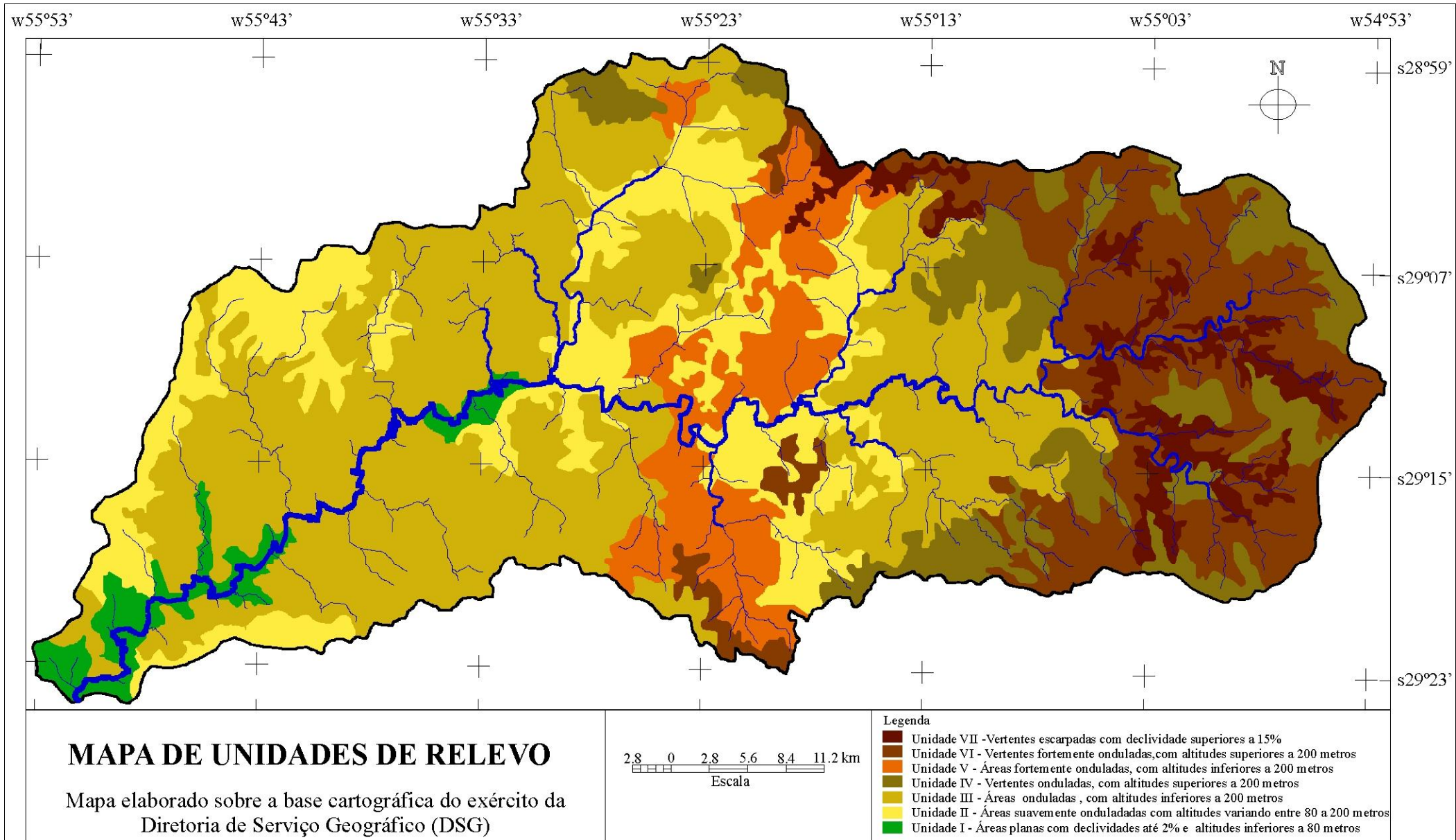


Figura 10 – Mapa de unidades de relevo da bacia hidrográfica do Rio Itu



Figura 11 – Fotografia do ano de 2005 mostrando as áreas planas da unidade I. Org: TRENTIN,R.

A unidade II é a definida por áreas suavemente onduladas com altitudes variando entre 80 a 200 metros. Esta unidade ocupa uma grande área junto ao médio curso da bacia hidrográfica, sendo constituída de uma faixa que se estende de um lado a outro da bacia de forma bastante recortada, estende-se também junto ao divisor d'água da margem direita do Rio Itu, e em uma pequena área junto ao divisor d'água da margem esquerda. Corresponde a 475,50 km², representando 16,92% da área total. Constituem as áreas de interflúvios no baixo curso da bacia hidrográfica e ocorrem também, junto aos cursos de importantes afluentes do Itu, no médio curso.

Na Unidade III as vertentes são onduladas, com declividades de 5 a 15% e altitudes inferiores a 200 metros. Esta unidade é a que ocupa a maior área na bacia hidrográfica do Rio Itu, com 1156,18km², o que corresponde a 41,15% da área total, e está localizada de forma esparsa pelos três setores da bacia hidrográfica.

A Unidade IV é definida por vertentes onduladas, com declividades entre 5 e 15%, e altitudes superiores a 200 metros. Esta unidade distribui-se por toda a bacia hidrográfica, e ocupa uma área de 286,64km², ou seja, 10,05% da área total.

Na Unidade V ocorrem vertentes onduladas a fortemente onduladas e altitudes inferiores a 200 metros. Esta unidade ocupa principalmente uma faixa central da bacia hidrográfica que se estende de norte a sul, pertencendo ao setor B (médio curso) e possui 234,11 km², ou seja, corresponde a 8,33% da área total da bacia.

A Unidade VI caracteriza-se por suas declividades predominantes superiores a 15%, com vertentes fortemente onduladas e altitudes superiores a 200 metros (Figura 12). Esta unidade encontra-se inserida principalmente no setor A (alto curso) com pequenas áreas no setor B (médio curso), ocupando a maior parte do alto curso da bacia hidrográfica, e ainda pequenas áreas junto ao divisor d'água do médio curso. Esta unidade ocupa uma área de 448.21km², o que corresponde a 15,45% da área total da bacia hidrográfica.



Figura 12 – Fotografia do ano de 2004 mostrando as áreas onduladas da unidade VI. Org: TRENTIN,R.

A Unidade VII é caracterizada por vertentes em forma de escarpas, com declividades superiores a 15%, conforme identifica-se na Figura 13. Esta unidade encontra-se inserida em duas áreas, em relação a drenagem, no setor A junto ao rebordo do planalto onde as vertentes associadas aos cursos d'água tornam-se escarpados com altas declividades, e outra área de ocorrência no setor do médio curso, setor B, associados ao divisor d'água da margem direita do Rio Itu. Esta unidade ocupa uma área de 121,51 km², ou seja, 7,06 % da área total da bacia hidrográfica do Rio Itu.

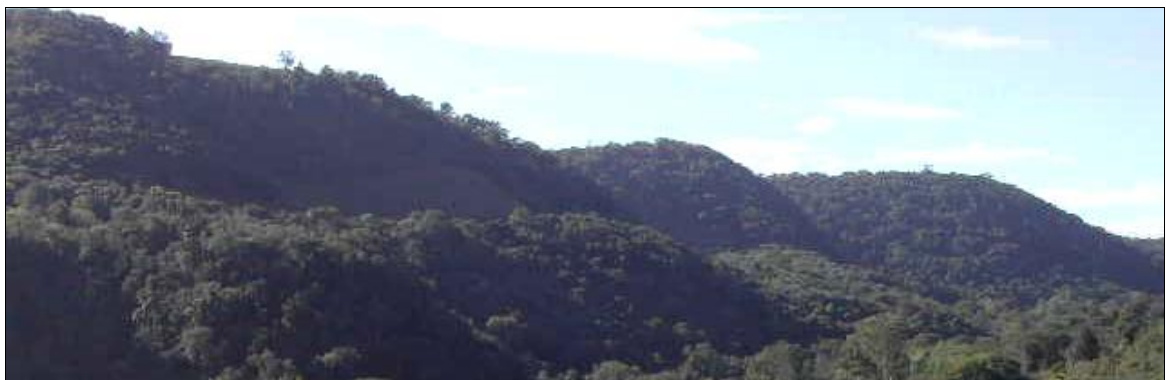


Figura 13 – Fotografia do ano de 2005 mostrando as áreas de vertente escarpada da unidade VII. Org: TRENTIN, R.

4.4 – ANÁLISE DAS LITOLOGIAS

As litologias encontradas na área foram definidas como rochas vulcânicas e sedimentares, pertencentes à Bacia do Paraná e depósitos do Rio Itu. Segundo Milani (2002) a Bacia do Paraná é uma vasta região sedimentar da América do Sul, abrigando um conjunto de rochas com idade entre o Neo-Ordoviciano e o Neocretáceo. Dentro de seus limites alojam-se porções territoriais do Brasil meridional, Paraguai oriental, nordeste da Argentina e norte do Uruguai, numa área de aproximadamente 1.500.000 quilômetros quadrados.

As rochas vulcânicas estão associadas à Formação Serra Geral, que é constituída por derrames vulcânicos que ocorreram no Sul do Brasil. Estes recobrimentos, junto à área de estudo não apresentam uma continuidade uniforme, estando bastante intercalado com as formações sedimentares.

Esta designação foi empregada pela primeira vez por WHITE (1908) para os derrames de lava basáltica que formam o planalto da Serra Geral.

O principal vulcanismo ocorreu na parte média do Cretáceo Inferior (120-130 milhões de anos) tendo, porém as principais manifestações ocorridas no Jurássico Superior ou mesmo antes Roisenberg e Viero (2002).

A rocha característica é o basalto que se apresenta em vários derrames, salientados na topografia em forma de patamares. As estruturas dos derrames já caracterizadas por Leinz (1949), pode ser observada em conjunto. Estas lavas podem apresentar diferentes estágios de alteração, sendo comum o fenômeno da esfoliação esferoidal.

Os trabalhos definiram na bacia hidrográfica um total de seis derrames, ocorrendo algumas vezes à presença de arenitos intertrápicos, intercalando-se entre os derrames.

Petrograficamente as rochas vulcânicas mostram nos sucessivos derrames, variações texturais que caracterizam condições diferentes de resfriamento. Em amostras estudadas, a rocha apresenta uma cor preta com brilho resinoso, e textura denunciando a presença de vidro, ocupando os interstícios entre os micrólitos de plagioclásio e de piroxênios orientados ao acaso.

Os derrames apresentam diferentes característica em função da porção observada. Na parte superior dos derrames é encontrada uma porção rica em vesículas e amígdalas que são facilmente afetados pelos processos de alteração, gerando solos bem desenvolvidos. A porção de base dos derrames também pode apresentar tais características, porém em espessura e abundância sensivelmente mais reduzidas. Tanto a base como o topo dos derrames apresenta juntas horizontais, o que deve ser resultado, pelo menos em parte, do escoamento laminar da

lava no seu interior. Já a porção central do derrame apresenta um conjunto de juntas verticais e textura cristalina, apresentando maior resistência aos processos de alteração, condicionando solos menos desenvolvidos. Óxidos de ferro ocorrem mergulhando na matriz e como inclusões nos piroxênios.

Quanto aos processos de dinâmica superficial este substrato apresenta considerável resistência aos processos erosivos. O aproveitamento da litologia que compõem a formação Serra Geral, está condicionada ao seu estado de alteração e a sua posição dentro da estrutura do derrame. Quanto inalterada pode ser usada como brita, calçamento de ruas, etc. quando alterada perde a sua resistência, chegando ao final desse processo a formar um solo argiloso. Em relação a sua posição dentro da estrutura poderá fornecer blocos maciços de pedra, se for retirada do meio do derrame, ou fornecer lajes aproveitáveis para o calçamento.

Em nível abaixo dos derrames e por vezes intercalados ocorrem arenitos bem classificados, avermelhados (por vezes róseos a esbranquiçados) de granulação fina a média, com grãos bem selecionados e bem arredondados, em geral foscos e apresentando boa esfericidade. A estrutura predominante é de estratos cruzados de alto ângulo formando “sets” bastante longos.

As características permitem definir como rochas pertencentes à Formação Botucatu (FB). Essa formação é composta por arenitos essencialmente quartzosos, contendo ainda feldspatos alterados cimentados predominantemente por sílica, mas em alguns casos por óxido de ferro, com estratificações cruzadas de grande porte, sendo as antigas dunas de origem eólica.

A superfície de contato entre as formações Botucatu subjacente e Serra Geral, não constituem um plano uniforme, mas apresenta ondulações e inclinação que dificultam definir um plano de contato na área.

A designação Arenito Botucatu foi dada por Gonzaga de Campos (1889) para os arenitos que apresentam estratificação cruzada de larga escala e que se encontram sotopostos ou intercalados nas lavas basálticas da Formação Serra Geral. O critério de identificação da formação seguiu a orientação dos autores, ou seja, a partir do momento em que os arenitos mostram características nitidamente eólicas.

Apresenta marcada estratificação que facilita o seu corte em lajes. Estas rochas apresentam, algumas vezes, cimentação por sílica, o que condiciona uma resistência considerável aos processos de dinâmica superficial. Quando em afloramento em forma de cerros estes arenitos apresentam-se na forma de uma camada mantenedora aos processos

erosivos o que condiciona a formação de cerros de topo plano. Este substrato também é encontrado nas intercalações de derrames vulcânicos constituindo os arenitos intertrápicos.

O terceiro substrato litológico, também é constituído, predominantemente, por arenitos. Essas rochas caracterizam-se por sua textura areia com grânulos silicosos dispersos, estrutura, por vezes bem definida, de estratos cruzados acanalados e planares com “sets” curtos e médios, e plano-paralelas, indicando, junto a outras feições, um ambiente deposicional de características fluviais. A mineralogia é quartzosa tanto na fração areia, quanto na fração grossa. Nesta, os clastos variam desde 2mm até cerca de 2 a 3cm. São predominantemente de quartzo leitoso, de modo geral bem retalhados e mostrando um bom grau de arredondamento. Em alguns afloramentos são encontrados de maneira esparsa, conglomerados intraformacionais constituídos por clastos argilosos róseos, com até 10cm de eixo maior.

O alto conteúdo de quartzo, a pouca ocorrência de ligantes e cimentação de óxido somente ao redor dos grãos gera uma rocha friável com material de alteração muito susceptível a processos erosivos.

Quando a cimentação de óxido de ferro preenche espaços dos poros confere maior resistência aos arenitos. Além disso, junto às linhas de falhas estes arenitos aparecem silicificados, o que os torna mais resistentes aos processos de dinâmica superficial. Nestas condições ocorrem sobre a forma de afloramentos de blocos à meia encosta, formando “degrau” no relevo e morrotes, conhecidos regionalmente como cerros. A cimentação desses blocos de arenitos consiste em uma carapaça de óxido de ferro, bastante delgada e à medida que esta “capa protetora” é rompida o substrato torna-se muito friável, tornando-se muito susceptível aos processos erosivos.

Com base em Scherer *et al.* (2002), essa seqüência sedimentar, constituída por arenitos finos e conglomeráticos, de origem fluvial, pertencem à Formação Guará (FG) de idade Mesozóica. A Formação Guará, segundo os autores, aflora na região oeste da Depressão Periférica, em uma faixa que se estende do município de Jaguari até Santana do Livramento. O mais provável é que esta sedimentação tenha ocorrido no final do Jurássico. Segundo os autores, as camadas fluviais/eólicas da Formação Guará são correlacionáveis às da Formação Tacuarembó no Uruguai (Jurássico Superior/Cretácio Inferior). Ocorrem na região sudoeste do Rio Grande do Sul, abaixo da Formação Botucatu (Cretácio Inferior) e acima da Formação Sanga do Cabral (Triássico Inferior).

O substrato mais jovem está representado por Depósitos Aluviais Recentes. Os Depósitos Aluviais Recentes são significativos em decorrência da presença do Rio Itu, de 7ª

ordem, o que acaba gerando um considerável depósito sedimentar ao longo de seu curso. Na porção mais a montante os depósitos são de cascalho e blocos predominantemente de rochas vulcânicas. Os sedimentos no baixo curso são constituídos principalmente de areias que estão sendo retrabalhadas, moderadamente classificadas. Na planície de inundação de 143,9 km² ocorrem os depósitos mais finos constituídos de silte a argila.

4.4.1 - Distribuição espacial das litologias

A bacia hidrográfica do Rio Itu foi dividida em cinco blocos, conforme identifica-se na Figura 14, individualizados através dos grandes falhamentos que causaram movimentação tectônica entre esses blocos.

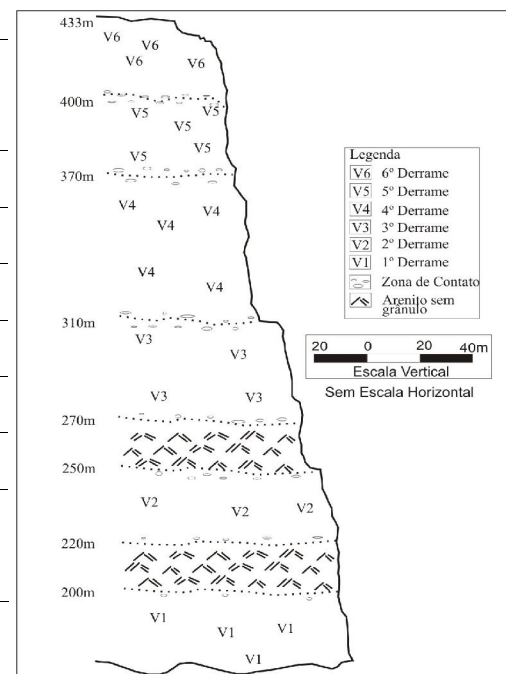
O Bloco 1 é constituído quase que essencialmente de derrames vulcânicos, num total de seis com espessuras variando de 30 a 60 metros e que juntos ocupam 93,71 % da área deste bloco. Ocorrem duas camadas delgadas de arenito (FB), variando de 10 a 20 metros de espessura, ocorrendo entre as cotas de 200 a 220 metros e de 250 a 270 metros na porção noroeste.

Na Tabela 05, pode-se observar as áreas e porcentagens dos tipos litológicos encontrados no Bloco 1.

O Croqui 01 demonstra esquematicamente a distribuição das litologias e as altitudes predominantes em que estas se encontram no Bloco 1.

Tabela 05 – Características litológicas do bloco 1

Litologia	Área (km ²)	(%)	Altitude (m)
6° Derrame	34.76	4.77	> 400
5° Derrame	107.55	14.78	370 – 400
4° Derrame	184.06	25.30	310 - 370
3° Derrame	180.62	24.82	270 - 310
2° Derrame	109.1	14.99	220 - 250
1° Derrame	65.64	9.1	< 200
Arenito sem Grânulos (FB)	45.77	6.29	200 – 220 e 250 - 270



Croqui 01 – Croqui das litologias encontradas no Bloco I. Org: TRENTIN,R.

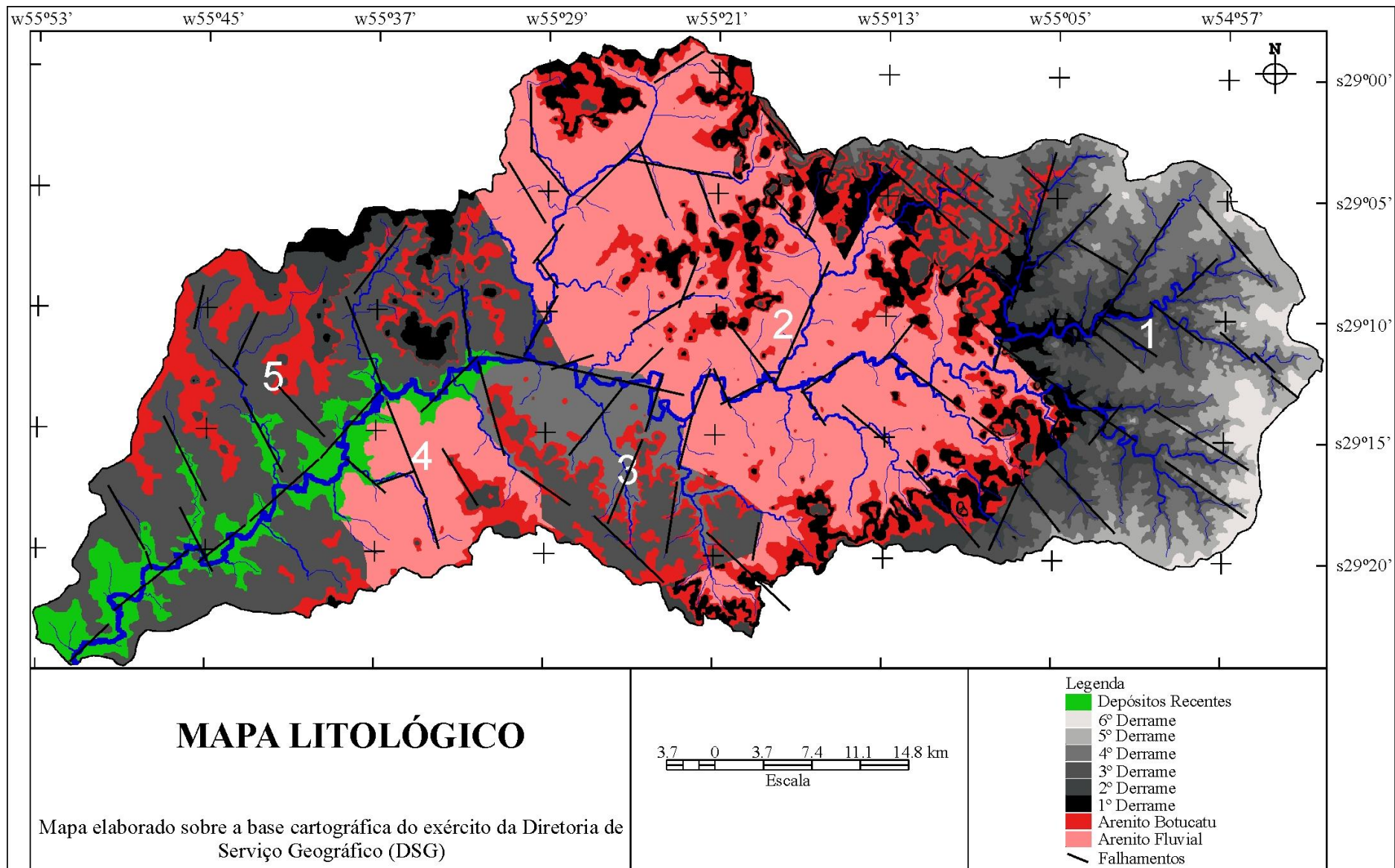


Figura 14 – Mapa litológico da bacia hidrográfica do Rio Itu

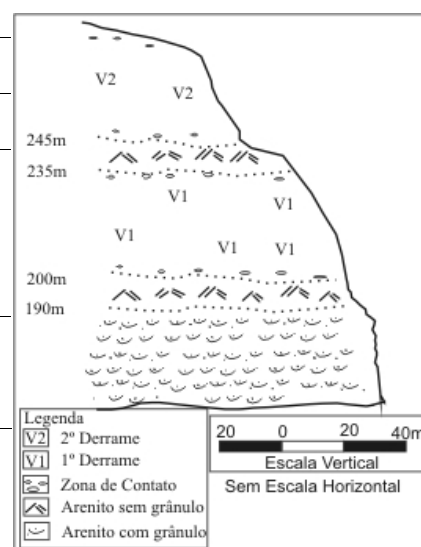
No Bloco 2 ocorre a presença de duas camadas de arenito bem classificadas (FB), sendo muito delgada com cerca de 10 metros de espessura nas cotas de 190 a 200 metros e a outra de 235 a 245 metros, ocupando cerca de 15.45 % da área deste bloco.

A Tabela 06 e Croqui 02, apresentam os dados referentes a litologia do Bloco 2 onde observa-se o grande predomínio de arenitos com grânulos (FG). Essas litologias estratigraficamente estão em posição inferior aos derrames vulcânicos, mas afloram em altitudes semelhantes aos derrames, provavelmente devido à movimentação tectônica e erosão.

Este soerguimento pode estar associado ao Domo do Itu identificado por Carraro *et al.* (1974). Os autores consideram que a origem da estrutura dômica do Itu parece estar ligada à intrusão de um grande corpo ígneo, provavelmente um lacólito, relacionado com os eventos que culminaram com a extrusão das lavas da Formação Serra Geral.

Tabela 06 – Características litológicas do bloco 2

Litologia	Área	(%)	Altitude (m)
2° Derrame	25.64	2.51	> 254
1° Derrame	132.57	13.0	200 – 235
Arenito sem Grânulos (FB)	157.53	15.45	190 – 200 e 235 - 245
Arenito com Grânulos (FG)	703.41	69.01	< 190



Croqui 02 – Croqui das litologias encontradas no Bloco 2. Org: TRENTIN,R.

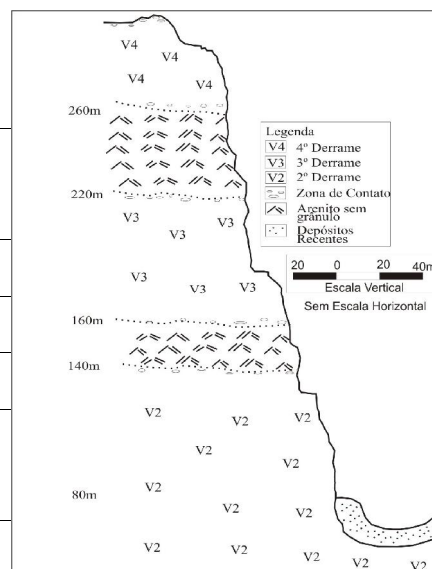
Outra evidencia deste bloco ter soerguido é a ocorrência de topos de colinas e morrotes, onde encontram-se afloramento de arenito sem grânulos (FB) e camadas delgadas de rocha vulcânica, podendo os mesmos ser devido ao paleo-relevo.

No Bloco 3 predominam os derrames vulcânicos com cerca de 76,7% da área, representado principalmente pelo 3° e 4° derrames encontrados na bacia hidrográfica do Rio Itu com espessura variando de 40 a 60 metros.

A Tabela 07 e Croqui 03 apresentam a distribuição das litologias do Bloco3.

Tabela 07 – Características Litológicas do bloco 3

Litologia	Área (km ²)	(%)	Altitude (m)
4º Derrame	98.68	43.33	> 260
3º Derrame	76.01	33.37	160 - 220
2º Derrame	0.01	0.001	80 - 140
Arenito sem Grânulos (FB)	49.24	21.62	140 – 160 e 220 - 260
Depósitos Recentes	3.79	1.66	< 80



Croqui 03 – Croqui das litologias encontradas no Bloco 3. Org: TRENTIN,R.

A ausência de afloramentos do 1º derrame deve estar associada à ação erosiva. Novamente ocorre neste bloco a presença de arenitos intertrápicos (FB), intercalados entre os derrames 2º e 3º e também entre os derrames 3º e 4º.

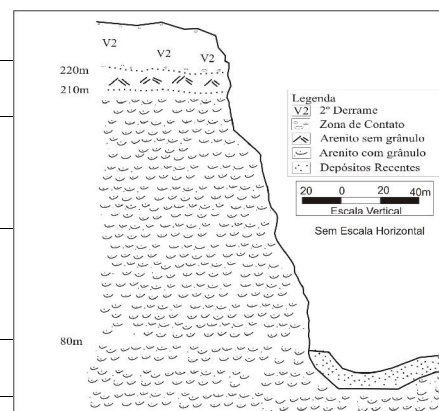
Neste bloco já é evidenciada uma pequena área de depósitos recentes, associadas ao canal principal do Rio Itu.

No Bloco 4 ocorrem no topo das colinas arenito sem grânulos (FB) e rocha vulcânica afloram, e no restante da área arenito com grânulos (FG), cobre cerca de 73.57% da área.

A Tabela 08 e Croqui 04 apresentam a distribuição litológica referentes ao Bloco 4, que mostra evidencias de soerguimento.

Tabela 08 – Características litológicas do bloco 4

Litologia	Área (km ²)	(%)	Altitude (m)
2º Derrame	6.41	3.95	> 220
Arenito sem grânulos (FB)	16.54	10.20	210 – 220
Arenito com Grânulos (FG)	119.30	73.57	80 – 210
Depósitos Recentes	19.89	12.26	< 80



Croqui 04 – Croqui das litologias encontradas no Bloco 4. Org: TRENTIN,R.

Os Depósitos Recentes estão associados ao canal principal do Rio Itu e seus Principais afluentes, somando uma área de 12.26 % da área.

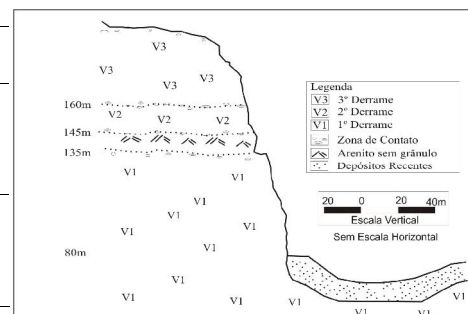
O Bloco 5 apresenta característica semelhantes aos blocos 1 e 3, onde as rochas Vulcânicas são predominantes com cerca de 66.71% (Tabela 09), e ocorrem apenas intercalações de arenitos sem grânulos (Croqui 05).

Neste Bloco evidencia-se apenas uma camada de Arenito Intertrápico (FB) em camada delgada na altitude de 135 a 145 metros, estando intercalada ao 1º e 2º derrame.

Os derrames neste bloco são bastante variados quanto a espessura, pois encontra-se desde derrames delgados como é o caso do 2º derrame com apenas 15 metros, até cerca de 55 metros, caso do 1º derrame.

Tabela 09 – Características litológicas do bloco 5

Litologia	Área (km ²)	(%)	Altitude (m)
3º Derrame	369.78	54.27	> 160
2º Derrame	53.84	7.90	145 - 160
1º Derrame	30.99	4.54	80 - 135
Arenito sem Grânulos (FB)	105.89	15.54	135 - 145
Depósitos Recentes	120.82	17.73	< 80



Croqui 05 – Croqui das litologias encontradas no Bloco 5. Org: TRENTIN,R.

Por ser a área de baixo curso da bacia hidrográfica, ocorre a maior área de Depósitos Recentes com cerca de 17.73% da área do Bloco 5, estando associado ao canal principal do Itu, mas recebendo ainda contribuições importantes da planície de inundação do Rio Ibicuí.

4.4.2 - Principais controles tectônicos

A América do Sul continental foi representada antes do fim do Pré-Cambriano por uma série de blocos continentais independentes como o Cráton Rio de La Plata, Luiz Alves, São Francisco e outros. Muitos destes terrenos foram ligados por uma série de colisões no

final do PréCambriano, associado ao ciclo brasileiro, com fragmentos de arco de ilha, crostas oceânicas e continentais .

As rochas metamórficas e ígneas resultantes formam o embasamento da Bacia do Paraná, constituída por rochas sedimentares em diferentes ambientes depositadas após o arrefecimento das condições orogênicas do Brasileiro. O embasamento apresenta dois tipos principais de estruturas: as zonas de cisalhamento dúcteis de direção N60-70E e o sistema de fraturamento de direção N20-50W.

Dessa forma a deposição da Bacia do Paraná é marcada por diversos eventos de compressão, relacionados acreção de terrenos na margem sul do Gondwana que criaram um “stress” que se transmitiu por toda a litosfera. O reflexo desta transmissão, na Bacia do Paraná, foi uma série de intensas reativações dos lineamentos herdados do ciclo Brasileiro. Milani (2002) apresenta considerações sobre o controle tectônico da Bacia do Paraná através de “trends” NW-SE e por lineamentos NE-SW. Os sedimentos também indicam complexas histórias com desenvolvimento de altos e baixos internos, incluindo o arco de Rio Grande.

Com o processo de separação continental ocorre soerguimento crustal e intrusão de enxames de diques de diabásio com direção preferencial NE-SW indicando provavelmente o eixo de ruptura crustal que tem prolongamento para o interior do continente.

Entre 90 a 40 M.a. reativações tectônicas provocam recorrência de vulcanismo com caráter alcalino no continente, ao longo de alinhamentos de direção E-W onde se encaixam importantes drenagens regionais. Alinhamentos do Rio Uruguai ocorrem várias intrusões de rochas alcalinas cuja expressão são representadas pelas intrusões de Anitápolis e Lajes em Santa Catarina. Encontram-se seqüências alcalinas, representadas por diques de lamprófiros shoshoníticos, ao longo do Rio Camaquã.

A bacia do Ibicuí da mesma forma que o Jacuí seguem preferencialmente um alinhamento E-W. Os rios Santa Maria e Jaguarí são controlados por um sistema NE-SW. No cruzamento destes lineamentos Tedesco e Robaina (1991) registram ocorrências de intrusões de caráter alcalino identificados por brechas de tendências kimberlíticas nos municípios de São Vicente e Jaguarí.

4.4.3 - Lineamento na bacia do Itu

Saadi (1993) estabelece que a Plataforma Brasileira foi afetada por deformações tectônicas cenozóicas em toda a sua extensão. Estas deformações aproveitaram em geral linhas de fraqueza herdadas das deformações pretéritas. O resultado é expresso por compartimentações em unidades delimitadas por descontinuidades crustais definidas.

Geralmente, verifica-se a predominância de esforços compressivos de direção NE-SW, NW-SE, com variações para E-W e N-S.

Conforme Macedo *et al.* (1991) os lineamentos NE são típicos do Précambriano e de direção E-W, gerada na abertura do Oceano Atlântico (fase de rifte) e reativadas durante a migração da Placa Sul-americana (fase de deriva).

Trainini (1990), em estudo no sudoeste do Rio Grande do Sul procura demonstrar que o agente principal, causador da erosão e conseqüente assoreamento dos cursos de água, é a neotectônica. Tenta-se demonstrar também que os altos topográficos formados estruturalmente após o evento vulcânico Serra Geral são fontes de assoreamento às bacias hidrográficas da região.

Fúlfaro *et al.* (1993) citam soerguimentos na margem leste e sudeste da Bacia do Paraná iniciados no Turoniano com várias recorrências no Terciário.

A dinâmica da esculturação da topografia e controle da rede de drenagem tem forte interferência da tectônica de falhamentos da área. Na Bacia do Itu a ocorrência de eventos tectônicos foi inferida através da interpretação dos padrões de drenagem, longos segmentos fluviais expressivamente retilinizados com flexões em baioneta, e também constatada em campo, através de medidas de fraturas com três subconjuntos mais freqüentes: a) alinhamentos com orientação compreendida entre N 30° a N 50°; b) alinhamentos com variação entre N 110° e N 140°; e c) alinhamentos sensivelmente orientados na direção N-S.

Dessa forma identifica-se que os blocos litológicos determinados tem forte controle estrutural associados a soerguimentos e rebaixamentos que colocam em níveis topográficos semelhantes litologias com diferentes posições estratigráficas. Trabalhos anteriores corroboram com esta interpretação. Carraro *et al.* (1975) identificaram na região uma feição dômica denominada Domo de Itu; Maciel Filho e Sartori (1979) caracterizam a região como uma seqüência de soerguimentos crustais que estão associadas a falhamentos herdados do embasamento e gerados durante a separação continental, além de zonas de falhas coincidentes com a direção do Arco de Rio Grande.

4.5 - CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Como toda a Região Sul do Brasil, o território sul-rio-grandense situa-se em zona climaticamente de transição e, por isso, as principais características climáticas da área de estudo refletem a participação tanto dos Sistemas Atmosféricos Extratropicais (massas e frentes polares) quanto dos Intertropicais (massas tropicais e Correntes Perturbadas), embora os primeiros exerçam o controle dos tipos de tempo, (SARTORI, 2003).

Assim, a posição subtropical faz com que a região seja área de confronto periódico entre forças opostas, provocado pelo avanço sistemático dos Sistemas Atmosféricos de origem polar em direção aos polares tropicalizados (Massa Polar Velha - MPV) ou aos sistemas de origem tropical (Massa Tropical Atlântica ou Continental), proporcionando a distribuição das chuvas durante todo o ano, motivada pelas sucessivas passagens frontais, sem ocorrência de estação seca no regime pluviométrico.

Entretanto, ocorre evidente variabilidade têmporo-espacial das precipitações, ocasionando episódios de longas estiagens ou de enchentes, que podem acontecer em qualquer época do ano e que refletem alterações na habitualidade da circulação atmosférica nas escalas regional e zonal (SARTORI, 2003), em parte provocadas pelos, hoje conhecidos, fenômenos de “El Niño” e “La Niña”.

4.5.1 - El Niño e La Niña

O Rio Grande do Sul, localizado no extremo meridional do Brasil, pertence à chamada Região Sudeste da América do Sul (entre 20 e 40S e do leste dos Andes até o Oceano Atlântico), que apresenta forte sinal do El Niño/La Niña.

Em condições normais (Figura 15 a), os ventos superficiais sobre o equador sopram de leste para oeste, sendo denominados ventos alísios. Os alísios carregam a água quente superficial para oeste, determinando um aumento do nível do mar, em torno de 60 cm, no Pacífico oeste e uma diferença de temperatura entre as águas do Pacífico leste e oeste. Próximo à Indonésia as águas tem temperaturas médias superiores a 28 °C. Na parte leste desse oceano, próximo à América do Sul, as águas são mais frias, com temperaturas ao redor de 22 °C, na mesma latitude.

O carregamento da água quente superficial para oeste faz com que, a leste, águas frias sejam trazidas à superfície (ressurgência). A ressurgência de águas profundas traz à superfície nutrientes químicos que alimentam o fitoplâncton, base da cadeia alimentar marinha, o que favorece a fauna local. A termoclina (fronteira entre a água quente superficial e a água fria do fundo) apresenta inclinação para oeste, ou seja, aproxima-se da superfície a leste (costa da América do Sul) e é mais profunda a oeste (Indonésia).

Sobre as águas quentes na Indonésia o ar é mais quente e úmido, devido à grande evaporação local, caracterizando-se por baixa pressão atmosférica. Essas são condições propícias para ascensão de ar na atmosfera, formação de nuvens e de precipitação pluvial.

Na faixa tropical, o ar que sobe no Pacífico oeste tende a descer sobre as águas frias do Oceano Pacífico leste (alta pressão atmosférica), definindo a Célula de Circulação

Equatorial de Walker. Em consequência, tem-se ausência de nuvens e de precipitação pluvial na região leste.

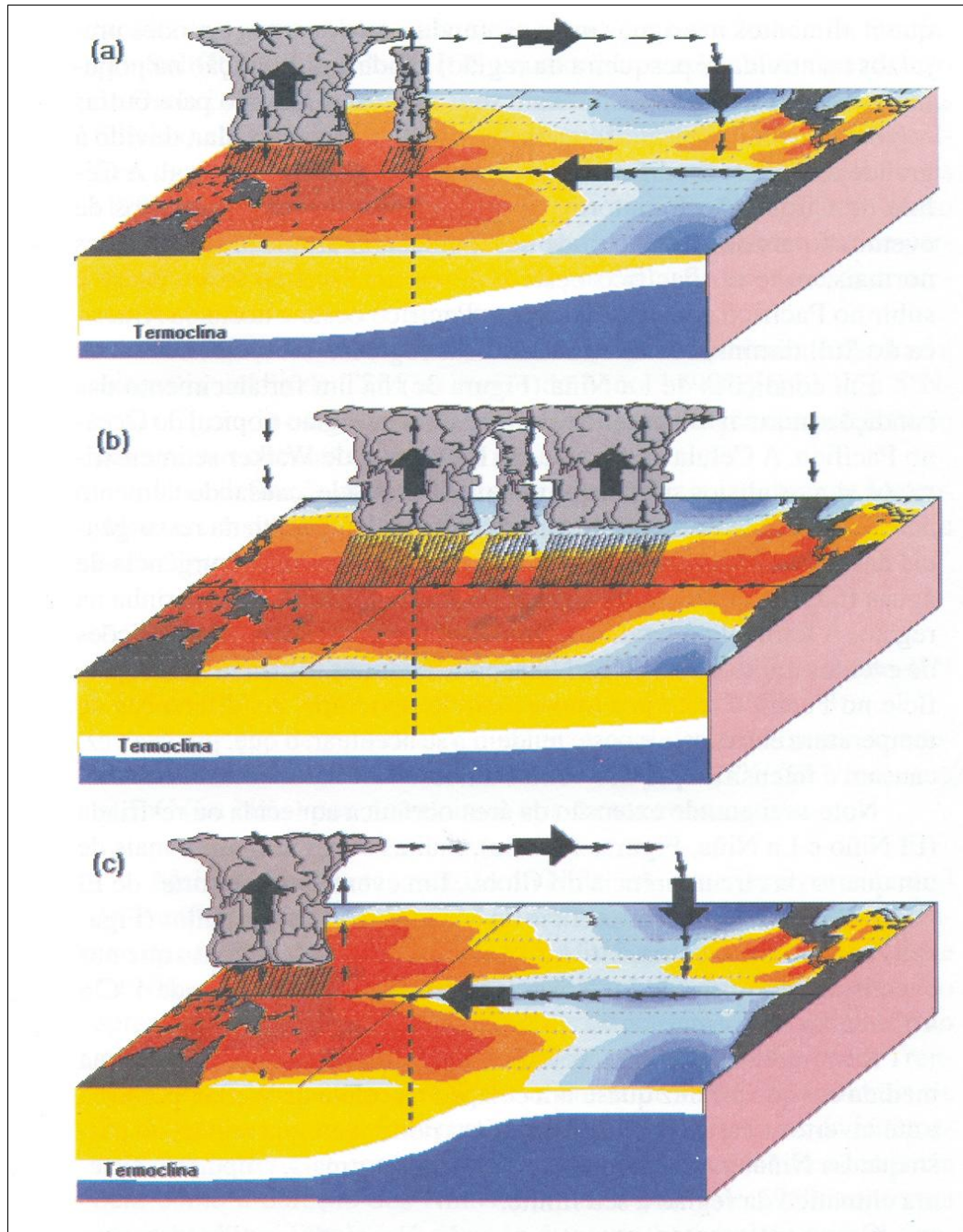


Figura 15 - A figura mostra as condições oceânica e atmosférica no Oceano Pacífico tropical no final da primavera e verão do Hemisfério Sul em situação normal (a), El Niño (b) e La Niña (c). Fonte: Berlato e Fontana (2003)

Em condições de El Niño (Figura 15 b) os ventos de leste (alísios) enfraquecem, podendo até mesmo inverter de sentido, passando a soprar de oeste. Com isso diminui tanto o acúmulo de água quente no Pacífico oeste, como a ressurgência das águas frias no Pacífico

leste. Diminui a diferença de temperatura entre leste e oeste, assim como diminui a diferença de pressão atmosférica entre leste e oeste, o que reduz ainda mais os ventos alísios.

A termoclina assume menor inclinação, sendo mais profunda do que o normal no Pacífico leste (costa da América do Sul) e mais rasa do que o normal no Pacífico oeste (Indonésia). A atenuação da ressurgência das águas profundas determina que peixes e outros animais marinhos busquem alimentos nas águas mais profundas. Isto acarreta grandes prejuízos na atividade pesqueira da região, aliada à diminuição na população de pássaros que abandonam seus ninhos, migrando para outras regiões.

As mudanças na Temperatura da Superfície do Mar, devido à grande extensão, modificam a circulação atmosférica tropical. A Célula de Circulação Equatorial de Walker enfraquece e em casos de eventos fortes de El Niño pode desaparecer. O ar que, em condições normais, sobe no Pacífico oeste e desce no Pacífico leste, passa a subir no Pacífico central e descer no Pacífico oeste e norte da América do Sul, diminuindo as chuvas nessas regiões.

Em condições de La Niña (Figura 15 c) há um fortalecimento das condições normais do oceano e da atmosfera na região tropical do Oceano Pacífico. A Célula de Circulação Equatorial de Walker se intensifica, os ventos alísios sopram com mais intensidade, causando aumento no carregamento de águas quentes para oeste e aumento da ressurgência das águas frias no Pacífico leste. Esse aumento da ressurgência de águas frias profundas, ricas em nutrientes, favorece a vida marinha na região. A termoclina tende a acentuar sua inclinação e, em condições de eventos muito fortes de La Niña, pode ficar muito próxima da superfície no Pacífico leste por longo período de tempo. As diferenças de temperatura entre leste e oeste tendem a se acentuar, o que, por sua vez, causam a intensificação dos ventos alísios.

4.5.2 – Características climáticas da bacia hidrográfica do Rio Itu

Localizada entre as uma latitude de 29° 00' a 29° 30' e uma longitude de 54°50' à 56° 00', a bacia hidrográfica do Rio Itu, apresenta segundo o Sistema Universal de Classificação Climática de Köppen, um clima Temperado Úmido, na variedade de Clima Subtropical, do tipo "Cfa".

De acordo com essa classificação, a subcategoria "f" corresponde as chuvas distribuídas ao longo do ano, não existindo uma estação seca (o mês mais seco apresenta uma precipitação de, no mínimo 60 mm). As variação tipo "a" é relativa a verões muito quentes quando a temperatura média do mês mais quente supera os 22° C.

Para entender o clima da região, é necessário considerar, além dos fatores locais estáticos, os mecanismos atmosféricos de maior abrangência e amplitude. Assim, a

precipitação pluviométrica é devida, em quase sua totalidade, aos sistemas frontais que atingem a área, quando o deslocamento de massas de ar com temperaturas diferentes provocam instabilidades convectivas e, por conseqüência, formação de nuvens e ocorrência de chuvas.

Dos seis sistemas frontais, em média, que penetram a cada mês no Continente Sul-Americano, quatro a cinco deles atingem a Fronteira Oeste. As frentes mais comuns ocorrem ao longo de todo o ano, penetrando pelo oeste e sul do Estado e provocando chuvas variáveis, dependendo do gradiente térmico da região.

O comportamento das temperaturas reflete o domínio dos Sistemas Atmosféricos, apenas variando de valor em função, principalmente, da altitude e da continentalidade. Os valores mais baixos de temperatura são sempre registrados no topo do Planalto e os mais altos normalmente ocorrem na Depressão ou Vale do Rio Uruguai. Da mesma maneira, a variação espacial da chuva sofre, em parte, a influência do relevo, já que o estado possui a Serra Geral no seu setor central, com alinhamento perpendicular à direção geral de deslocamento das frentes polares, que é principalmente de sudoeste para nordeste (SW => NE) desde o extremo sul do Oceano Pacífico até as latitudes tropicais do Oceano Atlântico, o que determina alterações no volume pluviométrico registrado nas regiões climáticas do estado, (SARTORI 2003).

A série de mapas abaixo (Figura 16), mostra a caracterização anual do Estado do Rio Grande do Sul em uma série histórica de 30 anos de 1970 a 2000, referentes a temperatura.

Observa-se que as maiores temperaturas ocorrem nos meses de dezembro a janeiro, onde as temperaturas variam numa faixa de 23 a 26 °C em média, e as temperaturas mais baixas nos meses de junho a agosto, variando na faixa de 12 a 16 °C em média.

Um fator importante que pode ser observado nos mapas é a diferença de temperatura de um a dois graus centígrados do setor do alto curso para o médio e baixo curso da bacia hidrográfica. Isso provavelmente decorrente da variação de altitude do relevo, onde na porção de alto curso por estar sobre o topo do planalto, com as altitudes superiores a 200m, a temperatura apresenta-se mais baixa que no restante da bacia.

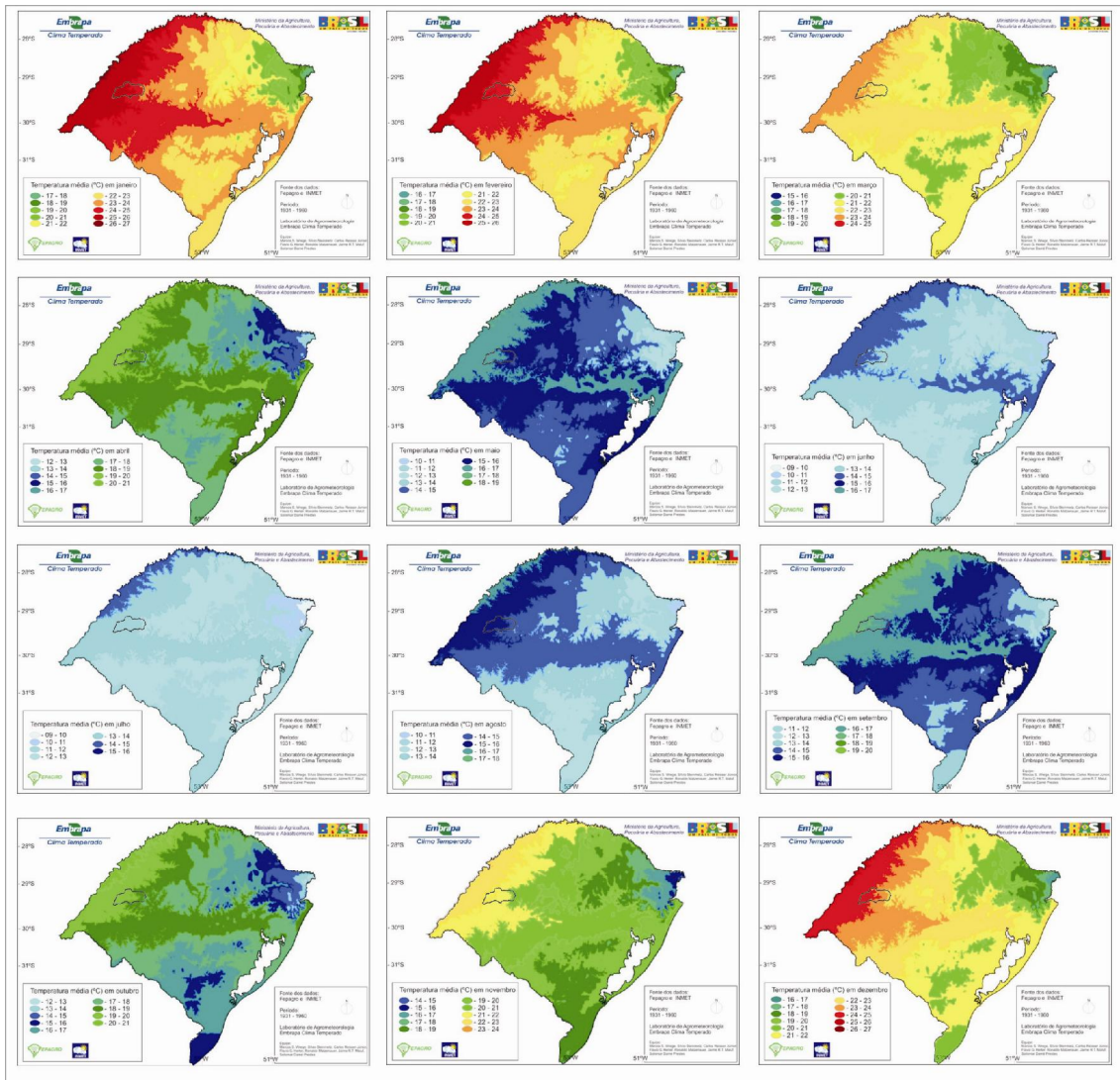


Figura 16 - Série de mapas mostrando a distribuição da temperatura médias anual no estado do Rio Grande do Sul, em um período de 30 anos, com destaque para a bacia hidrográfica do Rio Itua. Org: TRENTIN,R.

A (Figura 17), mostra a série de mapas referente a média de precipitação anual para o estado do Rio Grande do Sul em uma série histórica de 30 anos de 1970 a 2000,

A média de precipitação para a bacia hidrográfica, conforme dados observados é de 110 a 160mm mensais, apresentando períodos com índices um pouco abaixo, como é o caso de dezembro a fevereiro e períodos um pouco acima, como é o caso março e abril, setembro e outubro.

Para caracterização de parâmetros climáticos da bacia hidrográfica do Rio Itua, mais detalhadamente, buscou-se dados coletados em estações meteorológicas próximas a bacia hidrográfica, localizadas no município de São Borja, estação Agrometeorológica da FEPAGRO, no município de Manuel Viana, sendo esta uma estação Hidrometeorológica da ANA (Agência Nacional das Águas), nos municípios de Maçambará e Alegrete sendo estações Hidrometeorológica da ANA.