UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - RIO CLARO

ECOLOGIA

MARCIA SAYURI MORINAGA

VALORAÇÃO DE TERRAS A PARTIR DE DADOS GEOAMBIENTAIS: UM PROJETO PILOTO EM CRISTAIS PAULISTA - SP

Rio Claro
2010

MARCIA SAYURI MORINAGA

VALORAÇÃO DE TERRAS A PARTIR DE DADOS GEOAMBIENTAIS: UM PROJETO PILOTO EM CRISTAIS PAULISTA - SP

Orientador: PROF. DR. JAIRO ROBERTO JIMÉNEZ-RUEDA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Rio Claro, para obtenção do grau de Ecóloga

Rio Claro
2010

551.41 Morinaga, Marcia Sayuri
M858v Valoração de terras a partir de dados geoambientais: um projeto piloto em Cristais Paulista - SP / Marcia Sayuri Morinaga. - Rio Claro : [s.n.], 2010
140 f. : il., figs., tabs.

Trabalho de conclusão (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
Orientador: Jairo Roberto Jimenez-Rueda

1. Ciência do solo. 2. Índice de Storie. 3. Solo.4. Agricultura. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

Dedico este trabalho
a Darci Mizue Hayashi,
Osvaldo Teruo Morinaga e
Cláudio Sadao Morinaga
pela compreensão e dedicação
em todas as jornadas da vida.

AGRADECIMENTOS

Depois de passada mais esta etapa, são muitos os nomes que não posso deixar de lembrar neste momento. Creio não poder colocar todos aqueles que eu gostaria, mas sintam-se incluídos todos que passaram e deixaram algum ensinamento para mim.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda, pela confiança, amizade e carinho com que me ensinou um pouco de tudo o que sabe. Foram horas e horas de conversas, campos, discussões e conselhos sobre todos os aspectos da vida. Muito obrigada, Maestro!

Obrigada aos meus pais Darci Mizue Hayashi e Osvaldo Teruo Morinaga, por terem proporcionado esta e muitas outras etapas da minha vida, por terem agüentado meus momentos de crises e tê-las acalmado, tentando me manter no foco. Tudo isso só deu certo por causa de vocês! Ao meu irmão Cláudio Sadao Morinaga, que mesmo distante, de certa forma estávamos próximos. A toda minha família que sempre acreditou em mim e no meu potencial, muito obrigada, pessoal!

Tenho muito a agradecer ao Jaime R. Somera, pelo estágio no Departamento de Zoologia, o que me manteve entusiasmada durante um árduo processo de descoberta de técnicas de desenho científico. Foi um aprendizado valioso!

Obrigada à turma do Semente Viva, por termos construído tantas coisas juntos e aprendido muitas outras. Que esta semente viva para sempre!

Ao pessoal do CAECO, geração 2005 a 2008, muito obrigada pelo que fizeram pela Ecologia e pelo que fizemos, pela força que tivemos e pelos muitos ensinamentos passados. Força aos que vêm daqui pra frente!

Não posso deixar de lembrar dos amigos marilienses que sempre me fizeram rir, me deram aquele ombro amigo quando precisei, onde fui almoçar e dormir várias vezes depois de uma noite num boteco recheado de conversas. Vã e Fer: ainda temos muita fofoca para colocar em dia!

Muito obrigada ao Pedro BH, por ter me incentivado neste tema de trabalho, pelo valor que você deu a ele, mesmo nos momentos em que eu estive mais desanimada. Obrigada pelas conversas, conselhos, leituras e apoio dado.

Obrigada à Marina Portolano, à Carol Pedrotti, à Carol RA, à Letícia Limpinha, à Manoela Meyer, à Lika, à Thaisão, à Capote, à Goiaba, à Maria e à Salmonela por terem se tornado a minha família em Rio Claro. Sambaqui, a República mais casa de família de Rio Claro, estará eternamente no meu coração. Amor e Paz para vocês!

Aos veteranos mais do que especiais: Limp's, Carol RA, Manu, Cráudia, Jane, Rafa, Carlinha, Thaís, Maris Japas, Julião, Dedê, Marcel. Eu já ri muito de vocês todos.

Obrigada a todos da salinha do Jairo: Marcel, Bruno, Camila, Isa, Pedrão, Luziane, Simone. Obrigada pelas ajudas com computadores, campos... e pelas conversas desestressadoras no final de um trabalho. Vocês são guerreiros! Sucesso a todos nós! Lembrando também do árduo trabalho no Projeto OLAPA, muitos ensinamentos... Um agradecimento especial ao Daniel, por ter cedido muitas coisas do trabalho dele para que o meu pudesse ser concretizado, pelo campo e tantos ensinamentos geológicos, valeu mesmo!

Deixei para o final, a nata, o supra sumo, a TURMA XXX da Ecologia!

A todos os companheiros da Ecologia de 2005, MUITO OBRIGADA pelos momentos de extrema alegria e extrema tensão. Obrigada pelos momentos de stress e de descontração. Obrigada pelos momentos de loucura e de seriedade! Nunca vou me esquecer dos campos e o ônibus fedorento, mas cheio de músicas e conversas gostosas. Não vai dar pra agradecer um por um, mas obrigada por terem compartilhado desses momentos tão intensos de minha vida!

Em especial, tenho muito a agradecer ao Eduardo dos Santos Pacífico e Elson Fernandes de Lima, minhas duas paixões, irmãos queridos, que com certeza estarão comigo para sempre! Obrigada por terem me acolhido por um ano na casa de vocês, mesmo que informalmente. Longe ou perto, ocupados ou não, não largarei do pé de vocês dois! Sucesso e sorte para todos nós, e trabalho, sempre!

Aos remanescentes em Rio Claro, habitantes permanentes e temporários da Fodega, sempre aberta pra receber perdidos em busca de soluções rioclarenses! Ivo, Hélio, Lika: desculpe por momentos tensos e estressados meus, na fase final desta jornada. E obrigada pelo companheirismo e amizade! Muito bom viver com vocês!

Pessoas queridas que deixaram um pouco de si para mim: Jabuti (e família), Santos, Rodrigão, Marina, Flávia.

Por último, um agradecimento mais do que especial ao Yuri Arten Forte, pela companhia e companheirismo incondicional, pelo amor e amizade intensos. Obrigada por estar sempre perto de mim.

Obrigada a todos, e vamos ao que interessa...

Guillermo Decurgez, http://decur.blogspot.com/

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Esquema exemplificando a metodologia de adensamento da rede de drenagem através de carta topográfica. Em (a), a imagem original presente em cartas topográficas, com as curvas de nível indicando a presença de uma drenagem temporária. Em (b), a complementação realizada (MORAES, 2007). 18
Figura 2: Esquema representativo dos padrões de drenagem associados a baixos (-) e altos (+) estruturais. Em A, as anomalias apresentam forte grau de estruturação, em B, apresentam moderado grau de estruturação e em C, fraco grau de estruturação (SOARES & FIORI, 1976; MORAES, 2007). 21
Figura 3: Triângulo textural para classes texturais da fração terra fina (adaptado de Lemos e Santos, 1996, apud IBGE, 2007). 30
Figura 4: Mapa morfoestrutural de potencial natural de erosão do município de Cristais Paulista (CARVALHO, 2008). 32
Figura 5: Localização da Região Administrativa de Franca e os municípios constituintes (Adaptado de: IGC, 2008). 35
Figura 6: Esboço da distribuição das Unidades Litoestratigráficas no Estado de São Paulo (Fonte: IPT, 1981). 37
Figura 7: Situação do Estado de São Paulo na Bacia do Paraná (Fonte: IPT, 1981a) 40
Figura 8: Coluna estratigráfica formal e aloformal de ocorrência em Cristais Paulista (BARTOLOMEU, 2009). 43
Figura 9: Mapa Litológico (Formal e Aloformal) de Cristais Paulista (BARTOLOMEU, 2009). 53
Figura 10: Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo (Fonte: EMBRAPA, 2005) 54
Figura 11: Mapa Geomorfológico da região de Cristais Paulista, adaptado para escala 1:250.000 de IPT (1981b). 57
Figura 12: Padrão de deposição de materiais em um leque coalescente, da parte distal a proximal, e a forma de um leque coalescente na paisagem (BARTOLOMEU, 2009). .. 61
Figura 13: Perfil esquemático de Latossolo Vermelho-Amarelo presente em Cristais Paulista (BARTOLOMEU, 2009). 62
Figura 14: Mapa de Solos do município de Cristais Paulista (BARTOLOMEU, 2009). 65
Figura 15: Localização da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande e suas sub-bacias (IPT, 2000). 66
Figura 16: Mapa do clima na região sudeste, em destaque o nordeste paulista (Fonte: IPT, 2000). 69
Figura 17: Tipos Climáticos de acordo com a classificação de Köeppen na Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande (Fonte: IPT, 2000). 71
Figura 18: Climograma da média histórica de 12 anos (1993-2005) com a precipitação média mensal e a evapotranspiração potencial média mensal, podendo-se verificar na hachura em vermelho o período de déficit hídrico e em hachura azul a época excedente de água no solo (CIIAGRO, 2009). 72
Figura 19: Representação esquemática das fisionomias do Cerrado (Fonte: COUTINHO, 1978). 79
Figura 20: Padrões de vegetação natural na UGRHI 08 (Fonte: IPT, 2000). 81
Figura 21: Distribuição da população de Cristais Paulista por classe etária em 2001 86
Figura 22: Proporção das faixas etárias na população de Cristais Paulista (IBGE, 2008). .. 86
Figura 23: Proporção da população e suas respectivas faixas salariais do município de Cristais Paulista em 2001 (Fonte: IBGE, 2008). 87
Figura 24: Percentual de cada atividade agropecuária em 2007/2008, no município de Cristais Paulista (Fonte: CATI, 2009) 88
Figura 25: Quantidade de propriedades rurais do município de Cristais Paulista contados de acordo com as áreas em hectares (CATI, 2009). 88
Figura 26: Mapa de declividade do município de Cristais Paulista. 102
Figura 27: Rede de drenagem adensada do município de Cristais Paulista. 103

Figura 28: Mapa de densidade de drenagem do município de Cristais Paulista. 104
Figura 29: Mapa de erodibilidade do território de Cristais Paulista - SP 105
Figura 30: Mapa de Valoração de Terras para atividade agrícola do município de Cristais Paulista – SP através do Índice de Storie..... 106
Figura 31: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1993, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 118
Figura 32: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1994, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 119
Figura 33: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1995, ao de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 119
Figura 34: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1996, ano de ocorrência de La Niña (CIIAGRO, 2009). 120
Figura 35: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1997, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 120
Figura 36: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1998, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 121
Figura 37: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1999, ano de ocorrência de La Niña (CIIAGRO, 2009). 121
Figura 38: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2000, ano de ocorrência de La Niña (CIIAGRO, 2009). 122
Figura 39: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2001, ano de ocorrência de La Niña (CIIAGRO, 2009). 122
Figura 40: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2002, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 123
Figura 41: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2003, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 123
Figura 42: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2004, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 124
Figura 43: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul)

e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2005, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009). 124
Figura 44: Exemplo de perfil do Grupo I para o Índice de Storie equivalente a 100% (STORIE, 1970). 126
Figura 45: Exemplo de perfil do Grupo II para o Índice de Storie equivalente a 97% (STORIE, 1970). 126
Figura 46: Exemplo de perfil do Grupo III para o Índice de Storie equivalente a 90% (STORIE, 1970). 127
Figura 47: Exemplo de perfil do Grupo IV para o Índice de Storie (STORIE, 1970) equivalente a 60%..... 128
Figura 48: Exemplo de perfil do Grupo V para o Índice de Storie equivalente a 30% (STORIE, 1970). 129
Figura 49: Exemplo de perfil do Grupo VI para o Índice de Storie equivalente a 40% (STORIE, 1970). 129
Figura 50: Exemplo de perfil do Grupo VII para o Índice de Storie equivalente a 45% (STORIE, 1970). 130
Figura 51: Exemplo de perfil do Grupo VIIc para o Índice de Storie (STORIE, 1970). 130
Figura 52: Exemplo de perfil do Grupo VIII para o Índice de Storie equivalente a 80% (STORIE, 1970). 131
Figura 53: Exemplo de perfil do Grupo VIIIc para o Índice de Storie equivalente a 70% (STORIE, 1970). 131
Figura 54: Exemplo de perfil do Grupo IX para o Índice de Storie equivalente a 60% (STORIE, 1970). 132
Figura 55: Exemplo de perfil do Grupo IXc para o Índice de Storie equivalente a 40% (STORIE, 1970). 132
Figura 56: Exemplo de cálculo da qualidade do terreno hipotético A segundo o Índice de Storie (STORIE, 1970). 138
Figura 57: Exemplo de cálculo da qualidade do terreno hipotético B segundo o Índice de Storie (STORIE, 1970). 139

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Aplicação da relação entre morfoestrutura e morfometria (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993 modificado por SHIMBO, 2006). 20
Tabela 2: Relação entre isovalores de cruzamento e de densidade de lineamentos com o potencial de erodibilidade (CARVALHO, 2008). 23
Tabela 3: Classes de declividade adotadas para o presente trabalho, adaptado de Storie (1970) 30
Tabela 4: Classes de potencial de erosão estabelecidas para o presente trabalho, sua descrição e seus critérios de classificação, adaptado de Mattos et al. (2002), Carvalho (2008) e Jiménez-Rueda et al. (2008). 33
Tabela 5: Correlação realizada entre as classes de potencial à erosão, as classes de erosão de Storie (1970) e os valores adotados para a análise. 34
Tabela 6: Número de poços cadastrados por Aqüífero e as demandas total e relativa para abastecimento público na UGRHI 8 (Fonte: IPT, 2000). 67
Tabela 7: Quantidade de anos dedicados à educação pela população residente com 10 anos ou mais em 2001 (Fonte: IBGE, 2008) 87
Tabela 8: Faixas salariais e respectivo número de pessoas de Cristais Paulista que recebem tais salários com mais de 10 anos em 2001 (Fonte: IBGE, 2008). 87
Tabela 9: Cultivos existentes no município de Cristais Paulista, quantidade de propriedades com sua ocorrência e a área total destinada em 2007/2008 (CATI,2009). 89
Tabela 10: Criação de animais, sua presença nas UPAs e a quantidade de animais no município de Cristais Paulista (CATI,2009). 90
Tabela 11: Nível de escolaridade dos proprietários das UPAs e sua proporção com relação à amostragem das UPAs em Cristais Paulista (CATI, 2009). 90
Tabela 12: Atividades empresariais, quanto ao número de estabelecimentos, mão-de-obra assalariada e não-assalariada do município de Cristais Paulista no ano de 2006 (IBGE, 2008)..... 91
Tabela 13: Texturas e suas respectivas qualificações para o Índice de Storie (STORIE, 1970)..... 134
Tabela 14: Declividades e suas respectivas qualificações para o Índice de Storie (STORIE, 1970)..... 135
Tabela 15: Drenagem e suas respectivas qualificações para o Índice de Storie (STORIE, 1970)..... 136
Tabela 16: Graus de salinidade e alcalinidade para o Índice de Storie (STORIE, 1970).... 136
Tabela 17: Nível de nutrientes e sua qualificação quanto ao Índice de Storie (STORIE, 1970)..... 137
Tabela 18: Classes de erosão (STORIE, 1970). 137
Tabela 19: Qualificação de erosão para Índice de Storie (STORIE, 1970). 138
Tabela 20: Microrrelevo e as respectivas qualificações para o Índice de Storie (STORIE, 1970)..... 138

SUMÁRIO

Página

1. INTRODUÇÃO 10
1.1 JUSTIFICATIVA 10
1.2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DE INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS 13
1.2.1. Diagnóstico Zero 17
1.2.2. Rede de drenagem adensada 17
1.2.3. Geologia Estrutural/Tectônico 18
1.2.4. Morfometria 24
1.3. VALORAÇÃO DE TERRAS ATRAVÉS DO ÍNDICE DE STORIE 24
2. OBJETIVOS 26
2.1. OBJETIVO GERAL 26
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 26
3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 27
3.1. MATERIAIS UTILIZADOS 27
3.2. DIAGNÓSTICO ZERO 27
3.3. VALORAÇÃO DE TERRAS PELO MÉTODO DE STORIE (1970) ASSOCIADA ÀS INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS 28
3.3.1. Fator A 29
3.3.2. Fator B 29
3.3.3. Fator C 30
3.3.4. Fator X 31
4. RESULTADOS 35
4.1. DIAGNÓSTICO ZERO 35
4.1.1. Localização 35
4.1.2. Geologia 36
4.1.3. Geomorfologia 54
4.1.4. Pedologia 58
4.1.5 Hidrologia 65
4.1.6. Clima 68
4.1.7. Fauna e flora 73
4.1.8. Aspectos Sócio-Econômicos 83
4.2. VALORAÇÃO DE TERRAS PELO MÉTODO DE STORIE (1997) 91
4.2.1. Fator A 91
4.2.2. Fator B 98
4.2.3. Fator C 100
4.2.4. Fator X 100
4.2.5. Valoração de Terras 100
5. CONCLUSÃO E DISCUSSÕES 107
6. BIBLIOGRAFIA 110
7. ANEXO 1 118
8. ANEXO 2 125

1. INTRODUÇÃO

1.1 Justificativa

O uso da terra sempre foi atrelado à sobrevivência humana, recurso este onde se estabelecem moradias, efetuam-se deslocamentos e ocorre a produção de alimentos. Após a descoberta da agricultura, a Humanidade deixou a vida nômade para se fixar em um território, explorando a terra para dela tirar o sustento. A partir disso, as populações humanas cresceram rapidamente e as necessidades para o desenvolvimento de técnicas que aumentassem a produção tornaram-se indispensáveis.

O aumento da demanda pela terra, causado pela pressão das atividades antrópicas, tornou a ocupação desordenada, sem que houvesse sequer um planejamento para evitar desequilíbrios na estabilidade do terreno. Nas práticas agrosilvopastoris, a falta de ações conservacionistas leva a prejuízos econômicos, pois as medidas para a reparação do solo tendem a ser cada vez maiores conforme o recurso se esgota, acabando por criar um círculo vicioso de uso de insumos em doses crescentes na tentativa de aumentar a produção. Tais conseqüências devem-se à falta de conhecimento das características intrínsecas do solo e dos requerimentos dos cultivos.

A terra, tomada no sentido amplo da palavra, se faz no Brasil como a fonte de geração de riquezas, através da produção agrícola para o mercado interno e para exportação. Isso a torna uma mercadoria de relevante interesse econômico. Para Ferreira & Camargo (1987), o preço das terras agrícolas em si depende da urbanização, dos fluxos migratórios internos, do crescimento demográfico, distância de mercados consumidores e grau de ocupação do território.

É possível dizer que a terra representa para diversas economias uma reserva de valor, já que consegue transferir poder de compra de um período para o outro. Neste mercado, em determinados períodos, os compradores e vendedores dos ativos podem estar preocupados antes com a valorização e desvalorização do que com os seus retornos de curto prazo. No caso do mercado de terras, há mais

preocupação com a variação do preço do metro quadrado do que com os retornos que a atividade agrícola pode proporcionar (SAYAD, 1982). Tais mudanças nos preços pode ser resultado da especulação imobiliária, definido por Sayad (1982, p. 95-96) em seu artigo:

> A especulação imobiliária vem a ser o processo de transação com terras rurais visando ao lucro através da previsão da evolução futura dos preços. Tanto o vendedor quanto o comprador de terras podem ser chamados de especuladores, pois enquanto o primeiro acredita que a terra em negociação terá crescimento mais lento dos preços, ou mesmo decréscimo, o segundo tem expectativa oposta, o que justifica a transação.

Dessa forma, a especulação imobiliária pode gerar: a) elevação ou diminuição do preço das terras, sendo possível "prever" com exatidão a sua evolução; b) apenas uma desestabilização do mercado de terras, elevando os seus preços em determinado momento e deixando-os cair mais tarde, com isso levar a uma variação maior dos preços da terra do que prevaleceria caso não houvesse especulação (SAYAD, 1982).

O governo adquire divisas através da tributação das propriedades rurais privadas, estabelecida pela lei nº 9.393 de 19 de dezembro de 1996. Este imposto, denominado Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural – ITR, é calculado tendo como base o Valor da Terra Nua Tributária (VTNT). Para efeito do ITR, terra nua é o imóvel por natureza, que compreende o solo com sua superfície e respectiva mata nativa, floresta natural e pastagem natural. O valor da terra nua (VTN) é o valor de mercado do imóvel, excluídos os valores do mercado relativos a construções, instalações e benfeitorias; culturas permanentes e temporárias, pastagens cultivadas e melhoradas e florestas plantadas. O valor de terra nua tributável é obtido pela multiplicação do VTN pelo quociente entre a área tributável e a área total do imóvel (BRASIL, 2009).

Como já foi dito, o valor da terra no comércio imobiliário tem sido influenciado principalmente pelo que o comprador está disposto a pagar, o que depende consideravelmente da oferta e demanda da terra. Os preços de venda podem mudar, mas a capacidade produtiva está governada por fatores tais como as características do solo que é inerente à natureza do terreno (STORIE, 1970). Assim,

mais que a especulação imobiliária, as características do solo podem vir a ser um novo parâmetro de valor a ser dado para a terra.

Da mesma maneira, os impostos sobre as terras rurais hoje governados pelo preço do mercado, podem ser calculados incorporando a importância das características naturais do solo para a produção e no uso adequado, como o plantio de culturas adaptadas à condição edafoclimática, práticas agrícolas que conservem o solo e investimentos que possibilitem maior produtividade.

Diversos países da América Latina possuem uma metodologia própria, adaptada às suas condições ambientais e econômicas para avaliar o potencial de suas terras agricultáveis. Existe ainda, um cadastramento das propriedades rurais, o que permite identificar em particular as condições físicas de cada terreno e verificar quais ações conservacionistas ou os investimentos aplicados por cada proprietário, permitindo ao governo gratificá-lo pela sua contribuição à economia (OEA, 1970).

O Estado de São Paulo recebe um destaque nacional pelo seu histórico crescimento econômico acelerado, concentrando por décadas as atividades econômicas do País. A indústria, comércio e alguns ramos da agricultura ocupam o território e movimentam economicamente o Estado, atraindo, até hoje, pessoas que buscam uma oportunidade para melhorar a qualidade de vida – o que faz inchar cada vez mais os centros urbanos. Devido a todas essas pressões que enfrenta, o conhecimento dos recursos naturais se faz urgentemente necessário, visto o acelerado processo de ocupação desordenada.

No Estado de São Paulo, o valor da terra reflete ao uso: urbanização, agricultura e outras atividades. O solo agrícola paulista é valorizado pela condição edafológica e topográfica e pela aptidão à exploração de culturas de maior valor comercial (CAMARGO et al., 2004).

Localizada no nordeste do Estado de São Paulo, a região do município de Franca tem um grande potencial agrícola, sendo predominante a agricultura intensiva. Em seu estudo, Camargo et al. (2004) observaram que a média do preço da terra nua da região teve um salto de R$2.712,00/ha, em 2001, para R$4.925,00/ha em 2002, (sendo a média estadual de R$3.634,00/ha em 2001 e R$4.838,00/ha em 2002). Este aumento no valor, também observado em outra grande porção do Estado, deve-se ao dinamismo das atividades agropecuárias, à taxa de câmbio, que estimulou as exportações em 1999, e pelas poucas intempéries climáticas nos quatro anos anteriores, proporcionando boas safras.

No entanto, essa mesma região se mostra sensível ambientalmente, visto a facilidade de formação de voçorocas. A junção do relevo, da geologia, da dinâmica hídrica e de ocupação da região se mostrou propensa à formação deste tipo grave de erosão, acarretando em perda de territórios úteis tanto para a agricultura quanto para o crescimento urbano.

Ao norte de Franca, localiza-se o município de Cristais Paulista que tem como atividades econômicas mais participativas no PIB, a prestação de serviços e a agropecuária. A sua população é de 7.005 habitantes (IBGE, 2008) e compreende uma área de 385km². Por ser um município de pequeno porte, Cristais Paulista responde bem às expectativas de um projeto piloto que objetiva um maior conhecimento das qualidades dos solos e de suas distribuições no município, possibilitando conservar as qualidades naturais favoráveis para a agricultura, sem impedir que cresça economicamente.

Assim, o presente trabalho pode ser uma base metodológica para a avaliação de terrenos, funcionando como ferramenta para órgãos públicos conhecerem melhor o território o qual administra, efetivando um crescimento econômico sem comprometer os recursos naturais disponíveis na região. Com os dados levantados, é possível elaborar uma nova base de cálculo tanto do valor comercial quanto dos impostos territoriais, respeitando a capacidade produtiva e qualidade de vida da população rural, tomando assim uma visão ecologicamente sustentável e socialmente mais justa.

1.2. Fundamentação teórica de informações geoambientais

Segundo Crisóstomo Neto (2003), as características geoambientais são os elementos naturais do meio físico que dão base para o entendimento da organização e estruturação do terreno. Incluem-se aí as informações como a fisiografia, geologia, geomorfologia, pedologia e aspectos climáticos de uma dada região.

Uma metodologia para o estudo destas informações foi desenvolvida na UNESP de Rio Claro (IGCE), o Zoneamento Geoambiental, amplamente aplicado em estudos do meio ambiente. Esta metodologia tem como resultado final a compartimentação em áreas com características homogêneas intencionando-se determinar as potencialidades e fragilidades das mesmas.

O Zoneamento Geoambiental é apontado como um instrumento técnico eficaz para a compreensão dos aspectos ambientais de forma holística. Diferencia-se de outras propostas por integrar dados ambientais básicos com dados socioeconômicos, podendo ser considerado um levantamento *multi* e *inter*disciplinar. É o principal instrumento para o planejamento de uma área, região, município, estado ou país, dando um subsídio a projetos de políticas públicas com finalidade de definir a ocupação do espaço e o uso dos recursos naturais (SHIMBO, 2003).

Tem se mostrado uma base técnica confiável para planejamento de ações como a organização do espaço urbano, resolução de problemas em áreas degradadas, em apoio aos planos diretores como base às Leis Orgânicas, definição de prioridades para estudo de obras de engenharia, recursos hídricos, uso agrícola direcionado, planejamento territorial, proteção ambiental dentre outras aplicações relacionados ao meio físico (BATISTA, 2001; OHARA et al., 1996).

Jiménez-Rueda (1993) realizou um estudo das características do meio natural, para determinar a distribuição das coberturas de alteração intempérica em zonas geoambientais, a fim de definir as prioridades de uso agrícola, engenharia, proteção ambiental e recursos hídricos. Dessa forma, as zonas foram individualizadas sob uma variada gama de propriedades químicas, mineralógicas e características físicas. Em tal trabalho, foram determinados conceitos muito importantes e amplamente utilizados nos estudos decorrentes:

- *Zonas Geoambientais*: regiões delimitadas por rupturas de declive – geralmente associados a limites litológicos e eventualmente a limites erosivos; e descontinuidades estruturais – discordâncias e falhamentos. Devem ser sempre associadas a uma litologia predominante das diversas unidades geológicas da área. As zonas devem ser caracterizadas em função dos processos específicos de alteração intempérica (latossolização, cambissolização, podzolização, laterização e regossolização, entre outras) e tipificadas por unidades de alteração intempérica (monossialíticas, bissialíticas e alíticas).
- *Subzonas Geoambientais*: as zonas devem sofrer subdivisão dependendo das variáveis que condicionam a configuração das formas de relevo e seus respectivos graus de alteração. Tais variáveis são: tipos de paisagem (fisiografia) e grau de dissecação (fraturamentoe suas direções), edafoclima (ústico, údico, áquico, arídico)

morfoestrutura (alto e baixo estrutural) e morfometria (alto e baixo topográfico).

- *Representação*: as zonas devem ser cartografadas segundo uma combinação de códigos de letras e números romanos e arábicos, que se encontram relacionados à grande paisagem (paisagem dominante como a eólica, fluvial, marinha, glacial, vulcânica e tectônica).

Vários foram os trabalhos realizados utilizando os princípios descritos anteriormente, exemplificados a seguir:

Ohara (1995) realizou o Zoneamento Geoambiental na região do alto-médio Paraíba do Sul no extremo leste do Estado de São Paulo, com o objetivo de se conhecer o meio físico para o planejamento de contenção de contaminação do recurso hídrico por resíduos sólidos urbanos e efluentes industriais. A partir de imagens do satélite LANDSAT (TM/Landsat), imageadas em 1987 e 1991, foi possível definir zonas fotogeológicas homogêneas. Integrando a litologia, morfoestrutura, solos predominantes e informações laboratoriais de análises químicas e físicas de materiais coletados ao longo dos perfis de alteração intempéricas, foi realizada a determinação e a cartografia de 8 Zonas Geoambientais em um território de 9 mil km².

O município de Poços de Caldas (MG) tem como atividades econômicas mais significativas o turismo e a atividade industrial que inclui a mineração. Observa-se que estas atividades possuem formas diferentes de lidar com o ambiente natural, já que o turismo do município depende da preservação da qualidade das águas termais e a indústria é um agente potencial a impactos e poluições. A realização do zoneamento por Moraes (2007) teve como intuito aumentar a quantidade de informações dos aspectos físicos da região e auxiliar o planejamento do uso da terra. Através da análise e interpretação de informações morfoestruturais e morfotectônicos, fisiografia, morfometria, pedologia, uma área de 2.100km^2 foi subdividida em 6 zonas geoambientais que apresentam características semelhantes.

Esta metodologia também foi amplamente utilizada para questões agrícolas, auxiliando municípios e agricultores familiares a planejar as culturas de acordo com as condições físicas do terreno e seu contexto econômico.

O Estado de Rondônia sofreu um rápido crescimento populacional e muitos problemas começaram a ser levantados a partir de então, como por exemplo, a invasão de áreas indígenas, exploração irracional dos recursos naturais e invasão

das Unidades de Conservação. Frente a tantas problemáticas, uma análise aprofundada, com a integração de informações geoambientais, econômicos, sociais e políticas foi discutida por Batista (2001), sob a ótica do desenvolvimento sustentável, utilizando este tipo de mapeamento como fonte de planejamento e orientação social e política para o Estado. Mais especificamente, Guimarães (2001) realizou um Zoneamento Geoambiental no município de Cujubim localizado no centro-norte do Estado, que como toda cidade do interior de Rondônia vem sofrendo grande impacto ambiental, social e econômico, causados principalmente pela intensa intervenção antrópica na zona rural, principalmente nas áreas de colonização do INCRA. Assim, com o Zoneamento buscou-se conhecimento das potencialidades das terras amazônicas, bem como da necessidade de um melhor encaminhamento das atividades econômicas a nível local. Foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT5, cartas topográficas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas, de vegetação, isoetas e hidrográfico para a determinação de zonas fotogeológicas. Como resultados, foram obtidas 12 Subzonas Geoambientais e cada uma recebeu uma classificação de aptidão agrícola.

Shimbo (2006) realizou o Zoneamento Geoambiental do assentamento de reforma agrária “Pirituba II” no Estado de São Paulo, localizado nos municípios de Itapeva e Itaberá, visando à sustentabilidade socioambiental e ocupação ordenada. A região foi dividida em 5 zonas geoambientais de acordo com a cobertura de alteração intempérica, características da paisagem e suscetibilidade à erosão, resultados de análise da rede de drenagem, geologia estrutural e fisiografia. Dessa forma, foi possível indicar o uso e manejo em cada zona.

Assim, apesar dos diferentes objetivos específicos e escalas de estudo, o Zoneamento Geoambiental é uma ferramenta que responde bem às necessidades de se conhecer as características físicas de um terreno, integrá-los de forma que possibilite prognosticar um planejamento espacial e promover um desenvolvimento econômico sustentado das populações alvo.

Para estudos que visam a definição da qualidade da terra utilizando o zoneamento geoambiental, Jiménez-Rueda (1993) recomenda que deve ser levado em conta um uso específico da terra. Isto é muito importante, pois para cada tipo de uso, a forma e as variáveis de análise mudam, não sendo recomendado integrar todas as informações em uma só representação cartográfica.

O Zoneamento Geoambiental utiliza-se de informações do ambiente físico como um todo - geologia, clima, geomorfologia, pedologia e capacidade suporte natural, sendo estes os principais fatores para a determinação das zonas e subzonas. Apesar da possibilidade de acrescentar outros fatores, como a econômica e social, o que norteiam os estudos geoambientais são as informações listadas anteriormente, pois possibilita um prognóstico da situação atual e potencial do ambiente, como a atitude quanto à instalação de uma atividade antrópica sobre o terreno.

As principais etapas de trabalho para um Zoneamento Geoambiental apresentam-se descritos a seguir:

1.2.1. DIAGNÓSTICO ZERO

Corresponde à primeira etapa de um trabalho geoambiental, com o objetivo de obter um panorama da área de estudo, utilizando como contexto para análises em etapas futuras. Compreendem levantamentos bibliocartográficos em diversas escalas dos aspectos físicos, econômicos, sociais e ambientais. Estas informações são complementadas de acordo com o andamento do trabalho, sendo corrigidas quando necessário.

1.2.2. REDE DE DRENAGEM ADENSADA

A rede de drenagem permite, além de conhecer a dinâmica hídrica regional, obter informações sobre o arranjo estrutural regional e local, que é um dos principais instrumentos de avaliação da fragilidade ambiental e suscetibilidade à erosão. As cartas topográficas são importantes fontes para se extrair a drenagem, por apresentar os principais canais perenes, no entanto, não estão representados os canais de escoamento superficial intermitente, existentes somente em épocas de chuva. Estes são em sua maioria drenagens de 1ª e 2ª ordem, que possuem uma importância muito grande para as análises estruturais. Dessa forma, tais canais são obtidos utilizando como base as curvas de nível retiradas de cartas topográficas com escalas maiores que as utilizadas para o trabalho de zoneamento, como é exemplificado na Figura 1, ou áreas com forma côncava em imagens com visualização em três dimensões (MORAES, 2007).

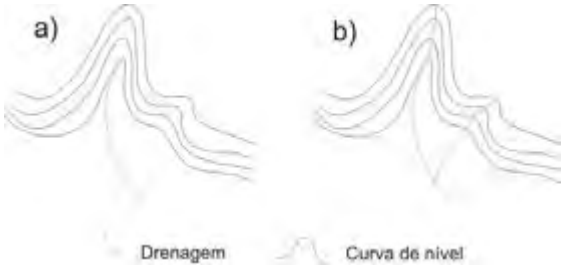


Figura 1: Esquema exemplificando a metodologia de adensamento da rede de drenagem através de carta topográfica. Em (a), a imagem original presente em cartas topográficas, com as curvas de nível indicando a presença de uma drenagem temporária. Em (b), a complementação realizada (MORAES, 2007).

1.2.3. GEOLOGIA ESTRUTURAL/TECTÔNICO

Os movimentos tectônicos e os diversos fatores resultantes das deformações litológicas desempenham um papel decisivo na configuração do relevo e da drenagem e, portanto, na dinâmica do meio físico. Assim, algumas análises do comportamento estrutural, especificamente de morfotectônica (traços de juntas e lineamentos estruturais) e morfoestrutura (altos e baixos estruturais), foram interpretadas a partir da rede de drenagem da carta topográfica, para uma contextualização regional.

O estudo de Jiménez-Rueda et al. (1993), realizado em paisagens litorâneas, pode ser tomado como base para o estabelecimento dessas correlações e suas aplicações ao meio ambiente, assim como Ohara (1995) que aplicou essas correlações em ambientes ígneos e sedimentares continentais. É possível elaborar mapas de lineamentos de drenagem, de traços de fratura e de morfoestrutura em escala detalhada, para melhor compreensão da dinâmica do meio físico, estabelecer os limites das subzonas geoambientais e contribuir com informações para elaboração de mapas temáticos.

1.2.3.1. MORFOESTRUTURA

A análise morfoestrutural baseia-se na análise de informações básicas dos elementos de drenagem e relevo e suas relações espaciais. Assim sendo, as morfoestruturas aparecem como feições anômalas dentro da tendência regional. Tal análise se dá a partir da premissa de que muitas estruturas podem ser refletidas em

superfície e que esses reflexos são passíveis de identificação em produtos de sensoriamento remoto (JIMÉNEZ-RUEDA et al. 1989b; JIMÉNEZ-RUEDA et al, 1993).

Assim, faz-se a associação dos elementos de drenagem e relevo, classificando-as de acordo com o caráter, homólogo ou não. Na interpretação procura-se um significado geológico para as diferentes formas ou associações desses elementos, já que representam condicionamentos da litologia ou estrutura, por processos morfogenéticos atuando sobre o substrato. Sendo assim, as feições permitem inferir a conformação estrutural da área (mesmo que virtual) pelo traçado de linhas de formas representando contornos estruturais não cotados (JIMÉNEZ-RUEDA et al. 1989a; JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993).

O produto dessa análise integrada é a caracterização morfoestrutural, ou seja, o estabelecimento de zonas estruturalmente anômalas, resultantes de esforços tensionais da crosta terrestre deformando as rochas que se manifestam na forma de dobramentos originando formas convexas positivas ou altas (estruturas dômicas ou antiformes) e côncavas negativas ou baixas (depressões estruturais, sinformes), ou ainda, descontinuidades estruturais (lineamentos e falhas) (JIMÉNEZ-RUEDA et al. 1989b; JIMÉNEZ-RUEDA, et al., 1993; POPP, 1998).

As estruturas assim conformadas definem comportamentos ambientais distintos, representando importantes fontes de caracterização de zonas de acumulação e dispersão da água em subsuperfície: no caso dos antiformes, a disposição convexa das camadas rochosas favorece a percolação de água, já no sinforme, há o impedimento da drenagem, causando saturação no substrato. Ao integrá-los à topografia, pode-se dizer que este último contribui no condicionamento morfoestrutural para potencializar a drenagem nos altos ou baixos estruturais de acordo com os altos e baixos topográficos. Esta drenagem potencializada é favorecida nos altos estruturais pelo desconfinamento das estruturas e nos baixos de forma contrária. Entretanto quando fraturados, os dois potencializam ainda mais estes fatores de suscetibilidade a vários processos degradacionais naturais (JIMÉNEZ-RUEDA et al. 1989b; MORAES, 2007).

Além da dinâmica hidrológica, outras informações importantes podem ser obtidas ao confrontar a morfoestrutura e a topografia, como se observa na Tabela 1.

A principal fonte de informações para análise morfoestrutural é a drenagem, já que delas são extraídas as assimetrias de drenagem, feições radiais e alinhamentos

de drenagem (GUERRA, 1982). Assim, inicialmente devem-se destacar segmentos de drenagem de maior ordem com feições anelares, atentando para o fato de que nem sempre apresentará inteiramente preservado, podendo estar truncado por sistemas de falhamentos mais recentes (MATTOS et al., 1982). Em seguida, identificam-se os segmentos de menor ordem (afluentes) das anelares com padrão radial, comparando a média dos comprimentos internos e externos à estrutura. Assim, se os segmentos internos são maiores e mais ramificados, apresenta-se aí um alto estrutural. Já no caso de segmentos externos maiores, têm-se um baixo estrutural (MORAES, 2007). Isto pode ser melhor entendido através da Figura 2.

Tabela 1: Aplicação da relação entre morfoestrutura e morfometria (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993 modificado por SHIMBO, 2006).

	AA	**AB**	**BB**	**BA**
Intemperismo	Muito forte	Forte	Baixo	Médio a fraco
Circulação de água	Intensa	Média a alta	Alta e direcionada	Baixa e direcionada
Fertilidade potencial atual	Muito baixa	Baixa a média	Muito alta	Média a alta
Processos	Pedogênese> Morfogênese	Morfogênese> Pedogênese	Morfogênese> Pedogênese	Pedogênese> Morfogênese
Unidades Fisiográficas gerais	Planaltos e Taludes	Planaltos e Taludes	Planícies de inundação atuais e subatuais (canais, nascentes, várzeas, diques, terraços) e Taludes	Planaltos baixos, Taludes, Paleocanais, Paleonascentes e Paleoterraços
Suscetibilidade à erosão	Baixa a quase nula	Moderada a forte (exorréica)	Muito forte (endorréica)	Muito forte a moderada (exorréica)
Solos	Argissolos e Cambissolos	Argissolos, Cambissolos, Neossolos	Gleissolos, Neossolos, Organossolos	Argissolos, Cambissolos, Neossolos, Gleissolos
Cobertura de alteração intempérica	Latossolização, Ferruginização, Laterização	Latossolização, Ferruginização, Laterização, Argilização, Melanização	Melanização, Gleização, Cambissolização	Argilização, Latossolização, Melanização, Cambissolização
Unidades de alteração intempéricas	Alíticas, Monossialíticas, Mono/alítica/bisialítica	Monosialíticas, Alíticas, Mono/bisialíticas	Bisialítica, Monosialítica	Mono/bisialítica, Bi/monosialítica, Mono/ali/bisialítica
Minerais de argila	Caulinita, Gibsita	Caulinita, Gibsita e Esmectita	Esmectita, Caulinita	Caulinita e Esmectita
APLICAÇÕES				
Agricultura				
Potencialidades gerais	Rotação de culturas anuais e culturas semiperenes	Culturas semiperenes e anuais	Reflorestamentos, horticultura, áreas de proteção ambiental	Culturas semiperenes, reflorestamento
Mecanização	Intensa	moderada a restrita	Restrita	Moderada a restrita
Uso de adubos	Restrito	Restrito a inadequado	Inadequado a restrito	Adequado
Obras civis				
Estradas	Adequado	Adequado a moderado	Inadequado	Moderado a inadequado
Edificações	Adequado	Moderado	Inadequado	Moderado a inadequado
Sanitárias				
Aterros	Restrito	Restrito a inadequado	Muito restrito a restrito	Adequado
Uso de efluentes líquidos e sólidos	Restrito	Restrito a inadequado	Inadequado a restrito	Adequado

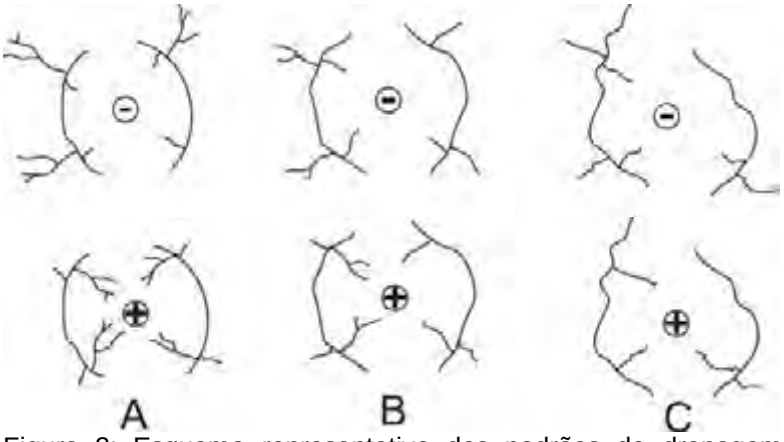


Figura 2: Esquema representativo dos padrões de drenagem associados a baixos (-) e altos (+) estruturais. Em A, as anomalias apresentam forte grau de estruturação, em B, apresentam moderado grau de estruturação e em C, fraco grau de estruturação (SOARES & FIORI, 1976; MORAES, 2007).

1.2.3.2. MORFOTECTÔNICA

A análise morfotectônica parte do princípio de que as feições estruturais condicionam a drenagem e o relevo possibilitando a identificação de lineamentos estruturais (falhas) e traços de juntas (juntas ou fraturas). Tais feições demonstram áreas de diferentes graus de tectonismo, tensões de cisalhamento e ruptibilidade, sendo um bom método para analisar a suscetibilidade das coberturas de alteração intempérica aos processos erosivos (CARVALHO, 2008).

Lineamentos estruturais

Lineamentos estruturais são feições lineares, simples ou compostas, contínuas ou descontínuas da superfície terrestre tanto de drenagem quanto de relevo, alinhadas sob padrão retilíneo ou levemente curvo e apresentam-se diferenciadas de padrões adjacentes (O'LEARY et al., 1976).

Segundo Mattos et al. (2002), podem ser obtidos por imagens de satélite, como feições naturais com maior contraste e freqüência. Significam descontinuidades geológicas penetrativas de grandes extensões e quase sempre com movimento direcional aparente, tendo, dessa maneira, conotação estrutural representativo de famílias de feições naturais da superfície terrestre como formas que refletem superfícies de descontinuidade profunda da crosta terrestre (falhas).

Densidade de lineamentos estruturais

A densidade de lineamentos estruturais visa a distribuição espacial destas feições, possibilitando a identificação de tendência de acumulação e a sua ocorrência. Quanto maior a densidade de lineamentos, maior é o potencial de erosão e/ou suscetibilidade a intervenções naturais ou antrópicas por eventos particulares ou freqüentes, determinando, assim, o seu grau de vulnerabilidade (MATTOS et al. 2002).

Cruzamento de lineamentos estruturais

Este dado representa a permeabilidade do terreno, não somente pela presença de lineamentos, mas pelos seus cruzamentos que caracterizam áreas onde há maior variação de tensão e conseqüentemente mais fraturadas. Com a maior permeabilidade, aumenta também a alterabilidade do solo e da rocha devido à maior percolação de fluidos, resultando em maior possibilidade de erosão de formas não estáveis (MATTOS et al., 2002).

Traços de junta

Os traços de juntas são planos ou superfícies de fratura que dividem as rochas, sendo que não houve deslocamento das paredes rochosas paralelamente a esse plano, ou, havendo deslocamento, este foi mínimo e não visível (LOCZY & LADEIRA, 1980). Apresentam-se como descontinuidades que ocorrem segundo uma orientação preferencial (MAGALHÃES & CELLA, 1998).

Com o mapa de traços de juntas informa-se o grau de fraturamento que o solo/paisagem/rocha possui e onde este grau de fraturamento apresenta-se com maior intensidade de rompimento, conseqüentemente maior permeabilidade, maior alterabilidade ou maior potencial de erodibilidade. Tais informações são extraídas a partir de segmentos de drenagem fortemente estruturados e retilíneos de 1ª e 2ª ordens, que apresentam repetitividade e de tamanhos uniformes (MATTOS et al. 2002).

Máximo 1 e máximo 2 de fraturamento

Através das informações coletadas de traços de junta, pode ser possível a realização de uma análise espacial identificando a primeira e segunda direção de maior freqüência de juntas. Tais direções são denominadas respectivamente de máximo 1 e máximo 2 de fraturamento. A identificação é realizada analisando-se

isoladamente áreas menores, adequadas de acordo com a extensão das juntas considerada e a escala de trabalho, denominando o máximo 1 como juntas com direção predominante dentro desta área de análise e de máximo 2 a segunda direção (MATTOS et al., 2002).

Nestas estruturas e principalmente nas regiões onde ocorrem variações bruscas em suas direções, ocorre intensa percolação de fluidos, responsável pela maior alterabilidade e conseqüente erodibilidade nos complexos solo/paisagem/ rocha. Regiões onde coincidem as variações de máximos 1 e 2 são áreas onde os processos erosivos já se instalaram, sendo então de alta erodibilidade. As áreas onde ocorrem somente a variação de máximo 1 apresenta a erodibilidade alta e nas de máximo 2, os processos de erodibilidade são apenas potencializados e não instalados, apresentando as formas de relevo em equilíbrio dinâmico, mas se desestabilizando quando ocorre uma intervenção antrópica (MATTOS et al., 2002).

Mapa de potencial de erodibilidade

Nesta análise é necessário adotar intervalos de densidade e quantidade de cruzamentos de lineamentos estruturais para cada grau de suscetibilidade. Assim, consideram-se os isovalores presentes na Tabela 2.

Tabela 2: Relação entre isovalores de cruzamento e de densidade de lineamentos com o potencial de erodibilidade (CARVALHO, 2008).

Lineamento Estrutural	**Intervalo (km^2)**	**Classe**	**Erodibilidade**
Isovalores de Cruzamento	0 - 2	1	Baixa a nula
	2 - 4	2	Moderada
	4 - 6	3	Alta
	6 - 10	4	Muito alta
Isovalores de Densidade de Lineamentos	> 1,5	Aumenta a probabilidade de erosão da classe definida pelos isovalores de cruzamentos	

Juntamente com tais isovalores, são acrescidas informações obtidas através dos máximos 1 e 2 de tensão para a obtenção das classes de potencial de erosão, determinadas por Mattos et al. (2002) e Jiménez-Rueda et al. (2008):

Classe 1- *Potencial de erodibilidade baixa*: consideram-se os isovalores de cruzamento de lineamentos estruturais com intervalo de 0 a 2.

Classe 2 – *Potencial de erodibilidade moderada*: consideram-se isovalores de cruzamento de lineamentos estruturais com intervalo de 2 a 4, incluindo-se regiões

de classe 1 com superposição de áreas com isovalores de densidade de lineamentos estruturais superior a 1,5 e/ou variação de máximos.

Classe 3 – *Potencial de erodibilidade alto* / Classe 4 – *Potencial de erodibilidade muito alto*: as duas classes ocorrem praticamente nas mesmas coberturas de alteração, mesmo substrato rochoso e mesmo relevo, diferenciando-se no grau e intensidade de fraturamento (lineamentos estruturais e juntas). Assim, para a classe 3, foram incluídas as áreas da classe 2 com superposição de isovalores de densidade de lineamentos estruturais superior a 1,5 e/ou variação de máximo 2. Já para a classe 4, fora incluídas áreas da classe 3 com variação de máximo 1, máximo 2 e entre os máximos 1 e 2.

1.2.4. MORFOMETRIA

Para o presente estudo, será considerada a hipsometria, que corresponde ao fatiamento do território permitindo identificar os desníveis altimétricos de uma região. Assim, é possível identificar desníveis locais e regionais, podendo definir os altos e baixos topográficos, que correlacionados com os altos e baixos estruturais geram respostas importantes para a análise da dinâmica hídrica subsuperficial e potencialidade da erosão (JIMÉNEZ-RUEDA et al., 1993).

1.3. Valoração de Terras através do Índice de Storie

Para fins agrícola-florestais, pode-se dizer empiricamente que uma terra possui um alto valor quando não necessita de altas aplicações de corretivos e apresenta condições físico-químicas para produzir a cultura/floresta esperada. Já uma terra de baixo valor não satisfaz estas condições (JIMÉNEZ-RUEDA, 1993).

O processo de valoração de terras tem como finalidade determinar quão adequado é o solo, de acordo com o tipo de uso ou atividade proporcionado. O reconhecimento da atitude do solo e do território a este uso constitui a base para o planejamento e gestão do conjunto de atividades a serem implantadas no terreno (SANTÉ-RIVEIRA & CRECENTE MASEDA, 2005).

É possível quantificar numericamente esta qualidade, permitindo a representação de forma simples e ágil de características interpretadas de forma integrada. Alguns países desenvolveram sua metodologia para o cálculo,

adaptando-se às características próprias, de forma a facilitar a identificação de solos com melhor qualidade agrícola.

Uma das metodologias de Valoração de Terras é o Índice de Storie, desenvolvido por Earl Storie (1970) para o território norte-americano, mais especificamente para o território da Califórnia. É a primeira metodologia paramétrica para valorar terras, através de um simples esquema multiplicativo para avaliar a capacidade de um solo para variadas atividades: cultivo, pastagem, floresta e obras de engenharia.

Atualmente, há diversas outras formas para avaliar o solo, gerados a partir da evolução dos critérios adotados por Storie (1970), tornando este um método em desuso. Incluem-se hoje na análise, fatores não edafológicos como a economia, de acordo com o rendimento econômico possível de se obter para cada uso. Leva-se em conta também novos usos para a terra (como a preservação ambiental e o turismo) e novos fatores (pressão da urbanização, por exemplo), que exigem uma valoração econômica, social e ambiental (SANTÉ-RIVEIRA & CRECENTE MASEDA, 2005).

No entanto, poucos são os trabalhos no Brasil que utilizaram desta metodologia, não se conhecendo então quais resultados este pode revelar. Da mesma maneira que as novas metodologias se desenvolveram através de evolução, o uso do Método de Storie (1970) em território brasileiro pode induzir ao desenvolvimento de uma metodologia própria para incluir características do País.

Além disso, esta metodologia associa somente fatores do ambiente físico, informações estas que serão a base para a realização do presente trabalho, já que os Zoneamentos Geoambientais enfocam em obter basicamente este tipo de informação, para então recomendar o uso e ocupação de acordo com a economia e preservação.

Analisando a metodologia (Anexo 2), pode-se dizer que a escala de trabalho é grande, a nível de propriedade rural. Assim, para utilizar as informações obtidas em Zoneamento Geoambiental, cuja escala adotada é menor, são necessárias adaptações como a generalização de alguns aspectos.

Assim, decidiu-se para o presente trabalho o uso do Índice de Storie (1970).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo analisar o território do município de Cristais Paulista (SP), compartimentando-o e representando-o através de valores numéricos que corresponda à sua qualidade para a atividade agrícola.

2.2. Objetivos específicos

- Realizar um levantamento bibliocartográfico do município para o máximo de conhecimento do objeto de estudo, corrigindo e atualizando informações quando necessário;
- Utilizar a metodologias de detecção das características de um território usualmente aplicados nos Zoneamentos Geoambientais (JIMÉNEZ-RUEDA, 1993) para obter os dados do meio físico;
- Relacionar a metodologia do Índice de Storie (STORIE, 1970) com os produtos gerados no item anterior de acordo com a escala do trabalho para a Valoração de Terras;
- Gerar carta temática do resultado da Valoração de Terras.

3. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Materiais utilizados

Os materiais utilizados para a realização do trabalho foram:

Material cartográfico:

- Cartas topográficas (1:50.000): folha Pedregulho (SF-23-V-A-II-3) e folha Jeriquara (SF-23-V-A-I-4) (IBGE, 1972).
- Mapa Litológico de Cristais Paulista em escala 1:100.000 (BARTOLOMEU, 2009).
- Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo em escala 1:1.000.000 (IPT, 1981b).
- Mapa de Solos de Cristais Paulista em escala 1:100.000 (BARTOLOMEU, 2009)
- Mapa morfoestrutural de potencial natural de erosão (CARVALHO, 2008).

Material de sensores remotos:

- Modelo de Elevação Digital, do SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), formato: GEOTIFF (16 bits), resolução espacial: 90 metros, unidade de altitude: metros, Datum: WGS-84 (EMBRAPA, 2009).

Softwares:

- ArcGIS 9.2.
- CorelDRAW X3.

3.2. Diagnóstico Zero

Esta etapa incluiu a pesquisa bibliográfica e cartográfica de aspectos físicos, ambientais, econômicos e sociais do município de Cristais Paulista, buscados em diversas fontes e formatos de informação para a caracterização da área. Dentre as informações físicas incluem-se dados sobre a localização do município, a geologia e

lito/aloestratigrafia presentes, classificações geomorfológicas da região, pedologia, dinâmicas hidrológicas e hidrográficas e padrão climático da região.

Sobre os aspectos ambientais, foram obtidas informações sobre a fauna e flora regional e localização de parques e áreas com remanescentes florestais a fim de registrar a biodiversidade presente na atualidade.

Quanto aos aspectos sócio-econômicos, foram levantados dados sobre o histórico de ocupação e organização política do município, características da população no ano de 2009, atividades econômicas, tanto agrícolas quanto industriais, e a geração de riqueza no município como um todo.

As informações cartográficas foram adaptadas à escala de análise do território municipal, sendo necessário atentar para alguns mapas apresentados, como por exemplo o geomorfológico e o climático, que não apresentam detalhamento adequado para esta escala, já que foram obtidos de mapas de contexto estadual ou regional.

3.3. Valoração de Terras pelo Método de Storie (1970) associada às informações geoambientais

Basicamente, são necessárias informações edafológicas para a adoção deste método, sendo elas:

- Fator A: análise do perfil do solo quanto à sua origem, profundidade, textura, estrutura, densidade e permeabilidade;
- Fator B: análise da textura da superfície do solo;
- Fator C: análise da declividade do terreno;
- Fator X: análise da drenagem, condições de toxicidade, nível de nutrientes, grau de erosão e microrrelevo.

Para cada análise é obtido um valor em porcentagem de acordo com a característica apresentada. Para obter uma análise total, integrando todas as informações, é necessário multiplicar tais valores.

Como é possível observar, esta metodologia utiliza uma escala de detalhamento maior, em nível de propriedade rural. Esta minuciosidade torna-se impossível para a escala adotada pelo presente trabalho, pois é inviável mapear todos os perfis, fertilidades e condições de toxicidade que possam ser encontrados no município, pois são informações de grande variabilidade mesmo em uma área

pequena. Por isso, para a utilização desta metodologia, aliada às informações geoambientais, foram necessárias generalizações adotando como padrão as características mais marcantes de cada tipo de solo encontrado na área. Tais adaptações estão descritas a seguir:

3.3.1. FATOR A

Foram levantados todos os solos que ocorrem no município, a partir do Mapa de Solos de Bartolomeu (2009) por ser este um trabalho realizado em detalhamento concebível com o presente trabalho. Para cada solo, foi adotado um perfil padrão, de acordo com as descrições de Bartolomeu (2009) quanto à gênese, horizontes diferenciais e materiais encontrados. Algumas informações foram complementadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa (2006).

Dessa maneira, o valor adotado para cada perfil padrão foi extrapolado para toda a área de ocorrência do solo correspondente.

3.3.2. FATOR B

Corresponde à análise da textura da camada mais superficial do solo. Para isso, também foram utilizadas as características texturais e da origem dos solos levantados por Bartolomeu (2009). As texturas foram definidas de acordo com o triângulo textural de classes texturais da fração terra fina, adaptados de Lemos e Santos (1996) apresentado por IBGE (2007), representado na Figura 3.

Para fins de esclarecimento, as classificações de Storie (1970) que se utilizaram da divisão pela presença de materiais macroclásticas foram assim correlacionadas: para os “solos com concreções”, foram considerados materiais de dimensões de cascalhos e calhaus (2mm a 20cm); os “solos pedregosos” foram relacionados aos que apresentam matacões (maiores de 20cm).

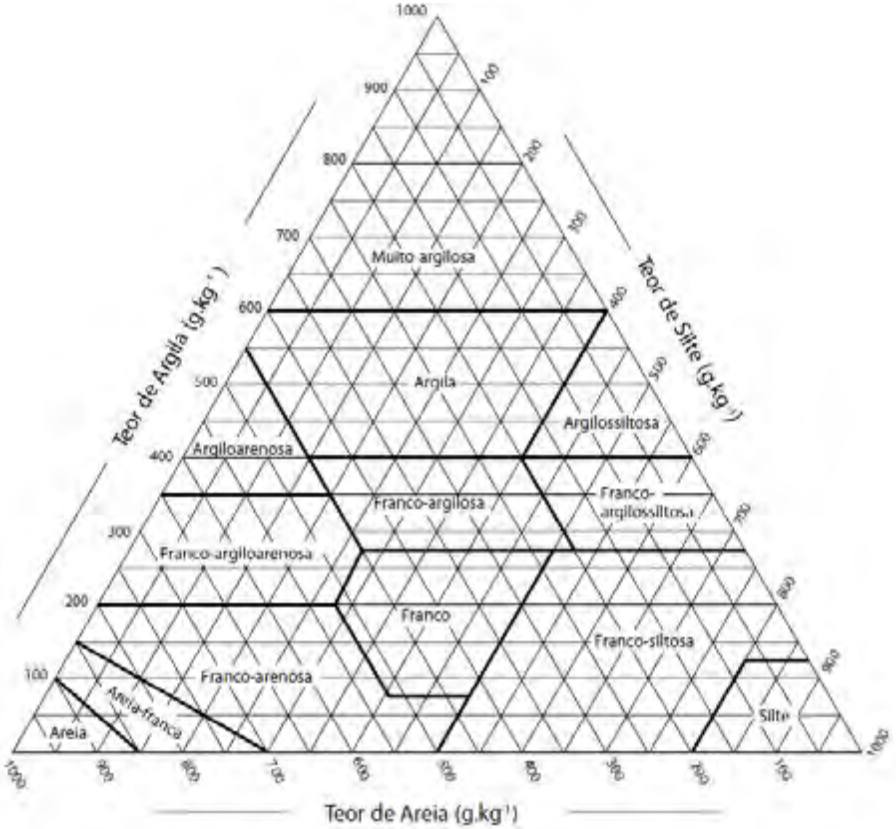


Figura 3: Triângulo textural para classes texturais da fração terra fina (adaptado de Lemos e Santos, 1996, apud IBGE, 2007).

3.3.3. FATOR C

As classes de declividade adotadas nesta metodologia foram menos detalhadas que as adotadas por Storie (1970), onde há subclasses de declividade que não possibilita a representação no mapa. Os valores em porcentagem para cada classe originalmente foram estabelecidos em intervalos. Para a análise no presente trabalho foram utilizadas as medianas destes. As classes adotadas e seus respectivos valores para a análise do município apresentam-se na Tabela 3 a seguir:

Tabela 3: Classes de declividade adotadas para o presente trabalho, adaptado de Storie (1970)

Classe	Inclinação	Valor
A	Quase a nível (0 a 2%)	100%
B	Inclinação ligeira (3 a 8%)	97,50%
C	Inclinação moderada (9 a 15%)	87,50%
D	Inclinação forte (16 a 30%)	75%
E	Terreno íngreme (30 a 45%)	40%
F	Muito íngreme (mais de 45%)	19,50%

O mapa de declividade foi gerado a partir de imagem obtida pela Embrapa (2009), onde são disponibilizadas imagens de satélite de informações altimétricas (Relevo SRTM). A imagem utilizada foi a SF-23-V-A, do extremo nordeste do Estado de São Paulo.

Esta imagem foi interpretada através do software ArcGIS 9, na função "*Spatial Analyst Tools*", para "*Surface*" e extrair "*Slope*" em classes de declividades em porcentagem, de acordo com as classes preestabelecidas anteriormente.

3.3.4. FATOR X

3.3.4.1. DRENAGEM

A metodologia original analisa a permeabilidade no perfil. Levando-se em consideração que a permeabilidade está intimamente relacionada ao espaço intergranular e suas conectividades, e que pode ser analisada quanto à densidade de drenagem, pois quanto maior a densidade, menor é a permeabilidade e vice-versa, esta análise pode ser realizada a partir de ferramenta estatística de densidade do *software* ArcGIS, pela análise "*Kernel*".

Foram determinados intervalos de densidade pelo *"Natural Breaks (Jenks)",* obtendo 4 classes: Muito permeável; Permeável; Pouco permeável; Não permeável. Correlacionando-se estas classes às determinadas por Storie, foram utilizados os valores das medianas do intervalo de porcentagem apresentado para cada característica apresentada. A classe *Muito permeável* foi caracterizada como áreas bem drenadas (100%); a *Permeável* foi correlacionada à classe de drenagem regular (85%); a *Pouco permeável* foi considerada como pertencente à classe moderadamente inundada (50%); a classe *Não permeável* corresponde à classe fortemente inundado (25%).

A densidade da drenagem foi obtida a partir da drenagem adensada, informação esta adquirida pelas cartas topográficas do IBGE (1972), com escala 1:50.000: Folha Pedregulho (SF-23-V-A-II-3) e Folha Jeriquara (SF-23-V-A-I-4) (IBGE, 1972).

3.3.4.2. CONDIÇÕES TÓXICAS, NÍVEL GERAL DE NUTRIENTES E ACIDEZ

O uso destes parâmetros para análises agrícolas são muito importantes, no entanto, tais características são muito variáveis, sendo mais indicado para análises

em escala de ultradetalhe, a nível de propriedade. Neste caso, torna-se impossível mapeá-las na escala deste trabalho, sendo que este fator recebe o valor “1” para a valoração.

3.3.4.3. EROSÃO

Para a análise da erosão, atual ou potencial, serão integradas informações geoambientais que indicam estas condições que são: a morfoestrutura aliada à altimetria e a morfotectônica. Com isso, é possível estabelecer áreas de instabilidade que devem ser atentadas para prevenir ou remediar algum dano já presente. A morfoestrutura indicará a tendência regional e a morfotectônica aponta para tendência local.

Serão utilizados produtos gerados por Carvalho (2008), que analisou o potencial erosivo do território de Cristais Paulista. A delimitação das áreas de tendência seguiu as metodologias de Soares et al. (1981), Mattos et al. (1982), Jiménez-Rueda et al. (1993) e Mattos et al. (2002). A base para a análise de valoração seguiu o seguinte mapa (Figura 4):

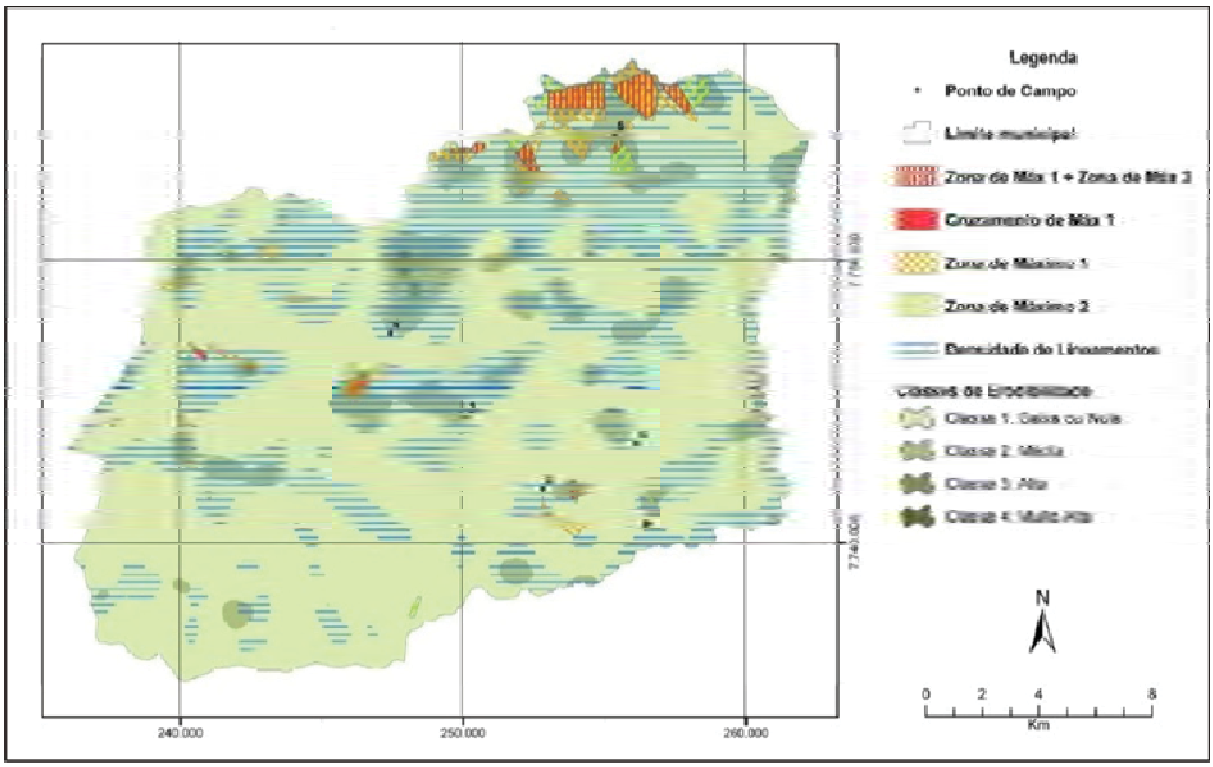


Figura 4: Mapa morfoestrutural de potencial natural de erosão do município de Cristais Paulista (CARVALHO, 2008).

Um resumo das classes encontra-se na Tabela 4, de acordo com Mattos et al. (2002), Jiménez-Rueda et al. (2008) e Carvalho (2008).

Tabela 4: Classes de potencial de erosão estabelecidas para o presente trabalho, sua descrição e seus critérios de classificação, adaptado de Mattos et al. (2002), Carvalho (2008) e Jiménez-Rueda et al. (2008).

Classes	Descrição	Critérios
Classe 1	com potencial erosivo baixo	isovalores de cruzamento de lineamento de 0 a 2
Classe 2	com potencial erosivo moderado	isovalores de cruzamento de lineamento de 2 a 4 e áreas da Classe 1 com densidade de lineamentos acima de 1,5 e/ou com sobreposição de zona de variação de máximos
Classe 3	com potencial erosivo alto	isovalores de cruzamento de lineamento de 4 a 6 e áreas da Classe 2 com densidade de lineamentos acima de 1,5 e/ou com zona de variação de máximos 2
Classe 4	com potencial erosivo muito alto	isovalores de cruzamento de lineamento de 6 a 10 e áreas da Classe 3 com densidade de lineamentos acima de 1,5 com zonas de variação de máximo 1, máximo 2 e máximos 1 e 2
Classe 5	com erosão instalada	áreas de sobreposição de zonas de variação de máximo1, máximo 1 e 2 e máximo 2

Uma classificação prévia da erosão realizada por Storie (1970) será a base para a determinação dos valores. Serão correlacionados às classes de potencial de erosão já estabelecidas os estágios erosivos: erosão ligeira; erosão moderada por água; erosão grave por água; erosão muito grave por água.

Assim, de acordo com a definição de cada estágio erosivo fez-se a correlação com os critérios de valoração do autor. A erosão ligeira foi considerada como a erosão laminar moderada; a erosão moderada por água corresponde à presença de voçorocas ocasionais pouco profundas e erosão laminar moderada com voçorocas pouco profundas; a erosão grave por água pode ser comparada à presença de voçorocas profundas, erosão laminar moderada com voçorocas profundas, forte erosão laminar e forte erosão laminar com voçorocas pouco profundas; a erosão muito grave por água pode ser comparada à forte erosão laminar com voçorocas profundas e erosão muito forte.

Como os valores aplicáveis na valoração são em intervalos, para a realização do presente trabalho, foram adotados os valores de suas medianas. A tabela com a correlação entre as classes de potencial erosivo, as classes de erosão de Storie (1970) e os valores adotados apresenta-se na Tabela 5.

Tabela 5: Correlação realizada entre as classes de potencial à erosão, as classes de erosão de Storie (1970) e os valores adotados para a análise.

Classes de potencial erosivo	Classes de eroão (STORIE, 1970)	Valor
Classe 1	Erosão nula	100%
Classe 2	Erosão ligeira	90%
Classe 3	Erosão moderada por água	75%
Classe 4	Erosão grave por água	45%
Classe 5	Erosão muito grave por água	25%

3.3.4.4. MICRORRELEVO

O microrrelevo, da maneira estudada por Storie (1970), também não é possível de ser mapeado neste trabalho devido a sua escala. Dessa maneira, igualmente ao *item 3.3.4.2.*, não será possível fazer a análise, pois esta característica é restrita a uma escala grande de análise, de forma que receberá o valor “1”para o cálculo do índice.

4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico Zero

4.1.1. LOCALIZAÇÃO

O município de Cristais Paulista localiza-se na região nordeste do Estado de São Paulo, já no limite com o Estado de Minas Gerais (*lat.*: 20°24'8.20"S, *long*.: 47°24'19.43"O), à margem da rodovia SP-334. Faz parte da Região administrativa de Franca e tem como municípios vizinhos Pedregulho a norte, Jeriquara e Ribeirão Corrente a oeste e Franca ao sul, como pode ser observado na Figura 5. A leste o limite é estabelecido pelo município de Claraval, já em Minas Gerais.

Figura 5: Localização da Região Administrativa de Franca e os municípios constituintes (Adaptado de: IGC, 2008).

Da capital São Paulo até Cristais Paulista, deve-se seguir pela Rodovia dos Bandeirantes (SP-348) até o município de Campinas, para acessar a Rodovia Anhangüera (SP-330) e percorrê-la até Ribeirão Preto, onde deve-se dirigir em

direção à Franca através da Rodovia Cândido Portinari (SP-334) e continuar ao norte até chegar a Cristais Paulista.

4.1.2. GEOLOGIA

O território do Estado de São Paulo está inserido na Plataforma Sul-Americana (ALMEIDA et al., 1976), onde não há um registro do tempo geológico retratado de forma contínua, porém apresenta um registro geológico bastante extenso, cobrindo um intervalo do Arqueano ao Holoceno, ou seja, de 3,6 bilhões de anos até eventos relativamente atuais (IPT, 1981a). A distribuição das unidades litoestratigráficas no Estado de São Paulo encontra-se na Figura 6.

Até o início do Paleozóico (545 Ma), na porção leste do Brasil constituíram-se rochas diversas por processos distintos, que resultou na formação dos complexos cristalinos ou basais, gerando o embasamento da plataforma. O nome complexo cristalino deve-se ao fato de ser formado essencialmente por rochas magmáticas e metamórficas. Já a denominação “basal” deve-se pelo posicionamento estratigráfico, sob os mantos sedimentares (IPT, 1981a).

A partir do Devoniano (417 Ma) ou Siluriano (440 Ma) ao Jurássico (205,1 Ma) foram acumulando extensos pacotes sedimentares sobre o embasamento, preenchendo grandes bacias, sendo o destaque no Estado de São Paulo a Bacia do Paraná (IPT, 1981a).

A partir do Jurássico Superior (3,6 Ma), novos processos tectônicos ocorreram tanto no domínio dos escudos quanto no das bacias. A Bacia do Paraná acolheu sedimentos e vulcânicas basálticas, processo este que completou o pacote que compõe a cobertura da plataforma (IPT, 1981a).

Cristais Paulista está localizada na borda da Bacia do Paraná. Isto confere a presença das rochas do Grupo São Bento (rochas sedimentares das formações Pirambóia e Botucatu e rochas intrusivas básicas da Formação Serra Geral). Além disso, apresenta uma influência do Grupo Canastra a norte, já no município de Rifaina e Estreito (IPT, 1981a).

Figura 6: Esboço da distribuição das Unidades Litoestratigráficas no Estado de São Paulo (Fonte: IPT, 1981).

4.1.2.1 EMBASAMENTO PRÉ-CAMBRIANO (PMCQ)

No extremo nordeste do Estado de São Paulo ocorre uma pequena faixa metassedimentar de orientação NW-SE nas proximidades da Represa de Jaquara, que foi atribuído por Barbosa (1955) como Grupo Canastra. Os primeiros trabalhos de mapeamento na região são de Brandalise et al. (1976) e de Schobbenhaus Filho (1979), sendo que o primeiro interpretava a seqüência como pertencente ao Complexo Furnas e o segundo a incorporou ao Grupo Canastra, unidade esta que ocorreria numa faixa ainda maior, de direção NW-SE vindo desde a região da Represa de Furnas (MG).

O seu posicionamento estratigráfico é muito controverso. Para Barbosa (1955), interpõe-se entre os grupos Araxá e Bambuí, no Triângulo Mineiro. Já para Almeida (1986), o Grupo Canastra é a base de uma seqüência proterozóica superior. Barbosa et al (1970) colocam-no topo do Grupo Araxá.

Heilbron et al. (1987), Simões & Valeriano (1990) e Zanardo et al (1996) identificaram os grupos Araxá e Canastra como pertencentes a um único ciclo. Admitindo tal associação, interpreta-se a unidade como o único remanescente no Estado de São Paulo da Faixa de Dobramentos Uruaçu, do Proterozóico Médio, o

que não foge à admissão, mesmo que com restrição, de Schobbenhaus Filho (1979) sobre a idade da unidade.

O Grupo Araxá-Canastra constitui espesso pacote metassedimentar (grau metamórfico incipiente até xisto-verde) com rochas vulcânicas ou intrusivas associadas, assentado com superfícies de cavalgamento sobre rochas do embasamento (Complexo Campos Gerais ou Barbacena) (HEILBRON et al., 1987; ZANARDO et al., 1996; MORALES et al., 1996; FUCK et al., 1993).

No sudeste de Minas Gerais e nordeste de São Paulo estão presentes terrenos supracrustais alóctones do Grupo Araxá cavalgando sobre os terrenos migmatíticos e gnaisse-granito-*greenstone*, assim como sobre o Grupo Bambuí e a seqüência Carmo do Rio Claro, embasando a Bacia do Paraná (ZANARDO et al., 1996; SCHMIDT & FLEISCHER, 1978; TEIXEIRA & DANNI, 1978; MORALES et al., 1983; MORALES et al., 1996; HEILBRON et al., 1987; SIMÕES & VALERIANO, 1990).

Na base, encontram-se fácies xisto-verde a anfibolito, retrogradado para zona de biotita. No topo, anfibolito (SIMÕES et al., 1988), e nas condições de elevadas anatexia, granulito (ZANARDO et al., 1992).

Em seu estudo, Perdoncini (2003) elaborou o mapa geológico em escala 1:50.000 da região de Franca, delimitado pelas coordenadas 47°00'W a 47°30'W e 20°15'S a 20°45'S, abrangendo os municípios entre as cidades de Pedregulho, Patrocínio Paulista, Goianases (MG) e a Represa do Peixoto (MG). O contato do Grupo Araxá-Canastra é discordante com as formações Botucatu e Aquidauana no leste da área e abrupto por falha com o *sill* de diabásio na foz do rio Canoas no nordeste da mesma.

Sustentadas pelos metassedimentos, as serras e os morros que bordejam a calha do rio Grande encontram-se recobertas por sedimentos da Formação Franca, enquanto sobre as colinas que margeiam os ribeirões São Pedro e das Pedras, observam-se sedimentos das Coberturas Arenoso-Conglomeráticos (PERDONCINI, 2003).

O conjunto possui sistemas de fraturamento em direções NNE, NE, NW, NNW e E-W, marcando uma falha transcorrente sinistral, de direção NW/SE com lineamentos sub-paralelos associados. Os minerais presentes na região são: quartzo, moscovita, biotita, granada, turmalina, rutilo, apatita, cianita, goethita e hidróxido de ferro (PERDONCINI, 2003).

Foram identificados quartzitos e quartzitos micáceos que predominam na porção nordeste da área de estudo de Perdoncini (2003), sendo a porção sudeste marcada por maior ocorrência de moscovita xistos e biotita-moscovita xistos com presença de granada-moscovita xistos associados.

Os quartzitos apresentam colorações branca, cinza-clara e amarela, de granulação fina a média os quartzitos e quartzitos micáceos apresentam-se intercalados por muscovita xistos, orientados a NW/SE e mergulhado para SW. É possível distinguir algumas porções mais quartzosas e pouco foliadas e outras mais micáceas e/ou máficas onde a foliação encontra-se bem desenvolvida, constituindo quartzitos micáceos ou moscovita xistos de cor marrom ou roxo. As granada-moscovita xistos apresentam cor cinza-castanha e granulação grossa. Os cristais de granada almandina, envoltos pela matriz moscovítica apresentam tamanhos variados, de 0,2 a 0,6cm de diâmetro e cor vermelho-castanhos. Esses cristais encontram-se rotacionados com desenvolvimento de sombras de pressão preenchidas por moscovitas. O seu afloramento localiza-se no cruzamento da estrada para Goianases (MG) com o ribeirão São Pedro (PERDONCINI, 2003).

A alternância de níveis ora mais quartzoso, ora mais muscovíticos/ sericítico, caracteriza o bandamento da rocha em direção NW mergulhado para SW, o qual se desenvolveu subparalelamente à foliação que é marcada pela orientação das micas (PERDONCINI, 2003).

Nas porções micáceas, a foliação apresenta-se intensamente crenulada, enquanto nas quartzosas desenvolveram-se dobramentos recumbentes. O seu plano axial N60W/30SW é subparalelo ao acamamento, ilustrando assim o regime deformacional compressivo dúctil-rúptil. Quartzitos finos com alta porcentagem de mica são típicos por sua flexibilidade denominada popularmente de itacolomito ou pedra mineira (PERDONCINI, 2003).

4.1.2.2. BACIA DO PARANÁ

A maior parte do Estado de São Paulo encontra-se incluída na Bacia do Paraná (Figura 7), formada sobre a Plataforma Sul-Americana a partir do Devoniano Inferior ou do Siluriano (IPT, 1981a). A evolução tectono-sedimentar da bacia foi fortemente influenciada pelos processos mesozóicos-cenozóicos associados à ruptura do Gondwana e abertura do Atlântico Sul (ALMEIDA, 1967).

A geologia da Bacia do Paraná vem sendo discutida há um longo tempo, tendo seu primeiro empilhamento estratigráfico desenvolvido por White (1908, *apud* IPT, 1981a), sendo os estudos mais recentes de Soares et al. (1974), Zalán et al. (1987), Zalán et al. (1991) e Soares (1991), dentre outros, sendo estes os mais significativos.

Durante o período Mississipiano (354 Ma), houve uma intensa deformação orogênica da bacia e já no Pensilvaniano (320 Ma), houve uma nova relaxação litosférica que conferiu a formação de grábens. Posteriormente, no mesmo período, apresentou-se uma subsidência flexural e acumulação de depósitos glaciogênicos (Grupo Itararé) (PERDONCINI, 2003).

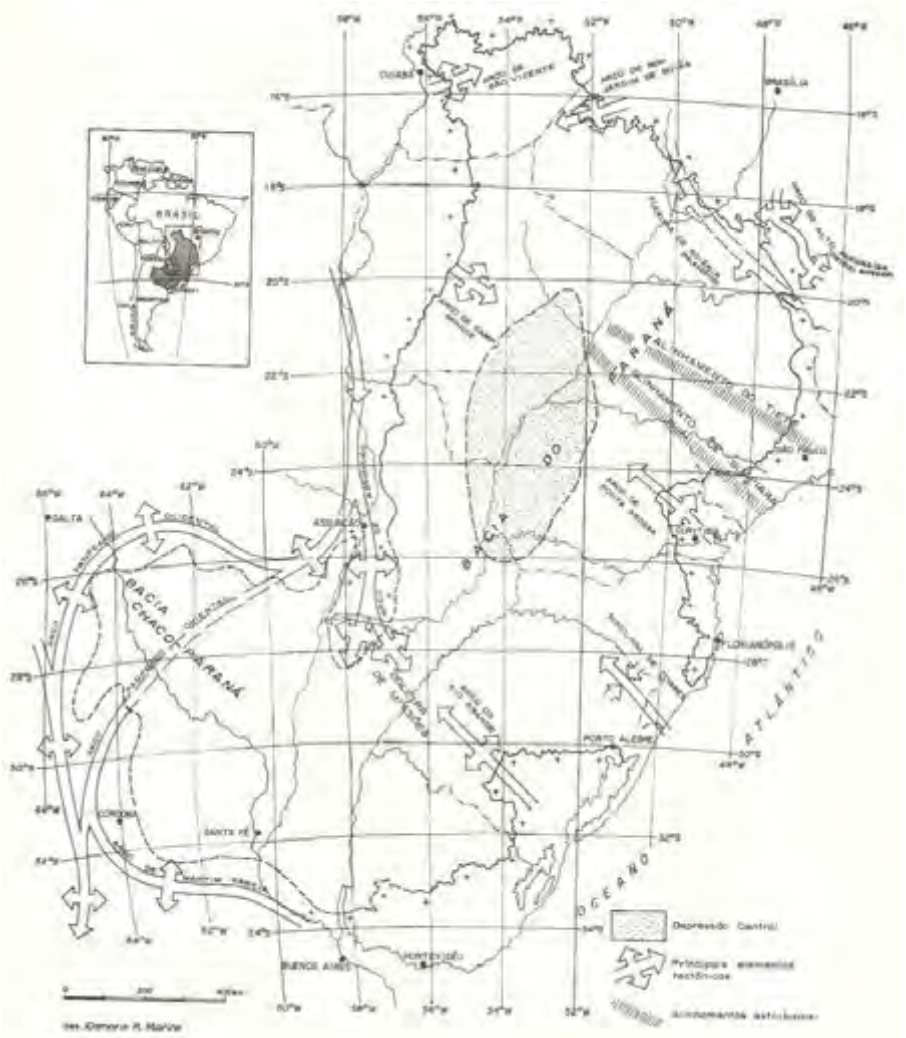


Figura 7: Situação do Estado de São Paulo na Bacia do Paraná (Fonte: IPT, 1981a)

Durante o Permiano (292 a 251,4 Ma), houve o soerguimento de charneiras marginais e migração da linha de base para o interior da bacia, o que marcou a compressão litosférica (Grupo Passa Dois). No Permiano Inferior (292 Ma) houve a redução da área subsidente, o adelgaçamento das margens e falhamentos sin-sedimentares, em resposta ao evento compressional (Grupo Guatá). No limite Artinskiano-Kunguriano, no final do Eo-Permiano, a bacia sofreu nova atividade tectônica, que acelerou o arqueamento, submetendo a novos falhamentos que condicionaram a deposição das seqüências Passinho e da parte inferior da Formação Rio Bonito (PERDONCINI, 2003).

No Triássico (250 a 205,1 Ma), houve uma nova fase de distensão litosférica, acompanhada de um amplo soerguimento ao sudeste da bacia (Formação Santa Maria, Pirambóia e Botucatu) (SOARES, 1974).

Já no Cretáceo (142 a 65,5 Ma), o rifteamento continental provocou a intrusão dos diques de diabásio e a abertura da charneira do arco. A atividade vulcânica fecha a principal fase de estiramento litosférico (Formação Serra Geral). No Eo-Cretáceo (142 a 98,9 Ma), sedimentos se acumularam no embaciamento, controlado por estruturas NW com desenvolvimento de deformações, flexuras e falhas (Grupo Bauru) (PERDONCINI, 2003).

No Terciário (65,5 a 1,81 Ma), algumas falhas foram reativadas produzindo grábens soerguendo extensas regiões. A tendência ascencional do arqueamento refletiu no desaparecimento dos Grupos Paraná, Guatá e Passa Dois e no *overlap* da Formação Botucatu sobre o Grupo Araxá e sobre a Formação Aquidauana na borda nordeste da bacia (PERDONCINI, 2003).

Duas direções principais de estruturas no interior da bacia, uma a NW-SE e outra NE-SW, correspondem à zona de maior mobilidade tectônica do embasamento, reativada durante a evolução da Bacia do Paraná. Ambas as estruturas tiveram controle sobre a sedimentação e estão relacionadas a movimentos transcorrentes, mas apenas as estruturas NW condicionaram os diques, soleiras de diabásio, além das alcalinas durante a separação do Gondwana no Cretáceo (SOARES, 1991). Há ainda a ocorrência de um terceiro lineamento que teve início a partir do Triássico, de sentido E-W (ZALÁN et al., 1987; SOARES,1991). Essas reativações são interpretadas como alívio de esforços interplaca associadas a picos de atividade tectônica na margem ocidental do Gondwana (PERDONCINI, 2003).

O posicionamento do Estado de São Paulo na Bacia do Paraná originou particularidades na estratigrafia dificultando a correlação com a dos Estados da região sul. Entre o Arqueamento de Ponta Grossa no Estado do Paraná e o limite tectônico do Cráton Paramirim, que no Paleozóico atuou como zona flexurada (Flexura de Goiânia), nas proximidades da borda original a nordeste da bacia, essas duas zonas de tendência ascencional estabeleceram no Paleozóico o "Embaciamento de São Paulo", que conferiu esta característica ao Estado (IPT, 1981a).

Na borda nordeste da bacia, a subsidência foi mais lenta, em relação a regiões mais ao sul e os processos erosivos nos episódios de soerguimento foram mais intensos, o que proporcionou um registro sedimentar do tempo geológico muito incompleto (SOARES et al., 1973a).

As unidades da Bacia do Paraná aflorantes no extremo nordeste de São Paulo incluem os grupos Itararé (Permo-Carbonífero), São Bento (Juro-Cretáceo) e Bauru (Cretáceo Superior), além de coberturas alúvio-coluvionares e sedimentos aluvionares (Cenozóico) (SOARES et al., 1973a; SOARES et al., 1973b; YAMAMOTO et al., 1977; IPT, 1981a; MELLO et al., 1983; FÚLFARO & SUGUIO, 1974; HASUI & HARALYI, 1991; HELLMEISTER JR, 1997).

As formações Tatuí, Irati, Corumbataí e Pirambóia não são registradas no nordeste paulista, tal como observado em outras porções da Bacia do Paraná no Estado de São Paulo, em conseqüência da não deposição ou da atuação de eventos erosivos (SOARES et al. 1973a; PERDONCINI, 2003). Soares et al. (1973b) afirmam que a ausência no nordeste da bacia da Formação Irati se explica pela erosão e a da Tatuí pela não deposição.

Este diagnóstico preliminar limita-se a definir somente as formações que ocorrem no município de Cristais Paulista e região. Segundo IPT (1981a) e Perdoncini (2003), ocorrem no município as Formações Aquidauana, Pirambóia e o Grupo Bauru. No entanto, em estudo realizado por Bartolomeu (2009), foi estabelecida uma coluna estratigráfica para o município a qual encontra-se na Figura 8, a seguir:

Figura 8: Coluna estratigráfica formal e aloformal de ocorrência em Cristais Paulista (BARTOLOMEU, 2009).

GRUPO SÃO BENTO

O termo “Grupo São Bento” foi utilizado pela primeira vez para designar um conjunto de arenitos predominantemente vermelhos, encimados pelas “eruptivas da Serra Geral” (WHITE, 1908 *apud* IPT, 1981a).

O Grupo São Bento é uma sedimentação exclusivamente continental marcada por um clima árido a semi-árido e encerrada por um extenso vulcanismo

(magmatismo) básico que ocorreu durante o Eo-Cretáceo (SCHNEIDER et al., 1974).

Formação Botucatu (JKsg)

Apresenta-se exposta numa faixa contínua, aflorando no *front* de cuesta com uma superfície mais resistente próxima ao contato com o basalto da Formação Serra Geral.

No vale do rio Grande, o contato inferior faz-se localmente com rochas pré-cambrianas, porém na Depressão Periférica recobre a Formação Pirambóia (IPT, 1981a). O contato pode ser concordante, com modificação gradual da litologia, marcado também pela presença de camadas ou lentes de conglomerados na base da formação (SCHNEIDER et al., 1974).

O contato superior, com a Formação Serra Geral, faz-se por interdigitação, recobrindo-se os arenitos pelos derrames basálticos, porém entre estes continuam a se mostrar intercalações de camadas de arenitos essencialmente da mesma natureza que os da Formação Botucatu (IPT, 1981a).

Nas proximidades do Rio Grande e do município de Pedregulho, Perdoncini (2003) observou que a formação assenta-se discordantemente sobre as rochas do embasamento, e na região de Goianases (MG) sobre a Formação Aquidauana. O contato superior com a Formação Serra Geral é concordante, marcado por vezes por intercalação de camadas métricas de arenito intertrape com cerca de 1,5m de espessura e podem apresentar-se silicificados, o que contribui para a sustentação das serras e dos morros. A formação encontra-se penetrado por um *sill* de diabásio (Borda da Mata) associado ao derrame basáltico. Os estratos cruzados apresentam camadas variando de 1,5 a mais de 3m de espessura. Sedimentos da Formação Franca encontram-se depositados diretamente sobre a Formação Botucatu ao longo de toda a serra de Itambé (PERDONCINI, 2003).

A presença do *sill* marca um degrau acima e abaixo do qual se desenvolveram cuestas, em cujos frontes destacam-se as rochas da Formação Botucatu. O pacote que ocorre sob o *sill* está melhor representado nas proximidades de Goianases (MG). Na porção inferior exibem canais intercalados preenchidos por conglomerados e arenitos conglomeráticos (UTM 290, 7705), apresentando cor branca a cinza e estratificação cruzada acanalada de médio porte (PERDONCINI, 2003).

A idade prevista para a formação é de Neo-Jurássica a Eo-Cretácea. Os ventos que moviam as dunas do deserto Botucatu, em São Paulo, sopravam principalmente de N a NNE (IPT, 1981a; CAETANO-CHANG & WU, 1995). Para Soares et al. (1973b) a deposição da formação ocorreu em torno de 150 a 190 milhões de anos atrás.

O ambiente de sedimentação eólico vigente durante a deposição da referida formação representa um campo de dunas, cujos grãos maturos e foscos formam estratificações cruzadas planares de grande porte, com paleocorrentes indicando ventos para S a SSW (PERDONCINI, 2003).

Localmente, nas partes baixas do pacote, intercalam-se arenitos de deposição subaquosa. Constituem corpos lenticulares de arenitos heterogêneos, de granulação média a grossa, passando a arenitos conglomeráticos, cujos seixos são em maioria de quartzo e quartzito. Típicos ventifactos podem existir, denotando intensa eolisação de seixos fluviais abandonados em planície *reg* aluvial. Essas seqüências hidroclásticas podem mostrar ciclos, com acamamento graduado, denotando outros tantos episódios de invasão da área de dunas por torrentes (IPT, 1981a). Os estratos curzados mostram fluxo para NNE (PERDONCINI, 2003).

Sedimentos lacustres, idênticos aos que se mostram na Formação Pirambóia, também existem localmente intercalados nos arenitos eólicos. Constituem-se tais ocorrências, de leitos de argilito e siltito arenoso, com perfeita estratificação plano-paralela, intercalados em arenitos aquosos (IPT, 1981a).

Assim, a Formação Botucatu representa os diversos subambientes de um grande deserto climático de aridez crescente, que registrou monótonas sucessões de depósitos de dunas e interdunas. As características dos sedimentos indicam condições de elevada acidez, tendo o cavalgamento de dunas como principal processo de acumulação (IPT, 1981a).

A formação constitui-se quase inteiramente de arenitos bimodais de grãos avermelhados, uniformes, foscos e esféricos (boa seleção), de granulação fina a média, muito friável ou solidificado. Exibe estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte, característica de dunas caminhantes que se mantiveram até as manifestações vulcânicas (IPT, 1981a; SOARES et al., 1973a).

Na região de Franca, distribui-se com espessura de cerca de 60m, ocorrendo na base um espesso pacote (10m) de arenitos conglomeráticos (SOARES, 1973; SOARES et al., 1973b; SOARES et al., 1973a; HELLMEISTER JR, 1997). É

caracterizada pela ocorrência de arenitos de cor branca a branco-amarelada, com estratificação cruzada de grande porte, aflorando como espessos pacotes de aproximadamente 100m (UTM 282-7735) no front da cuesta e ao longo das serras e morros (serras de Franca, dos Figueiredos, dos Rosas, da Faquinha, do Agudo, das Goiabas, morros de Santa Teresinha, do Redondo, da Saudade), assim como sustentando a Serra do Itambé (PERDONCINI, 2003).

Os minerais pesados presentes são: turmalina, zircão e subordinadamente estaurolita, granada, rutilo e cianita (YAMAMOTO et al., 1977).

Apresenta fácies lacustres associados ao arenito, representadas por lamitos, siltitos e arenitos lamíticos. Ainda existem fácies torrenciais de *reg* com a presença de conglomerados associados (IPT, 1981a) sustentados pela matriz. São formados na base por seixos centimétricos (0,5 a 3cm) de quartzo, quartzito (subarredondados e facetados), granito, gnaisse e de pelitos com tamanhos variando de 0,5 a 4cm. Os seixos apresentam-se, em alguns casos, imbricados, sendo suportados por matriz arenosa média a grossa. Canais com arenitos conglomeráticos intercalam-se passando para arenitos médios a finos em direção ao topo. Esse pacote varia de 6 a 8m de espessura, adelgaçando para norte, onde ocorrem isolados corpos areno-conglomeráticos com estratificações cruzadas acanaladas de pequeno porte associados a arenitos bimodais com estratificação cruzada de grande porte (morros do Amargoso e da Bolandeira e Fazenda Santa Bárbara) (PERDONCINI, 2003).

A Formação Botucatu exibe intenso fraturamento, falhas normais, inversas e transcorrentes, destacando falhas normais sin-sedimentares na Serra do Itambé (PERDONCINI, 2003).

Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas (JKβ e KTii)

As rochas do Serra Geral foram geradas por magmas que ascenderam por fraturas e alojaram-se como espessos corpos tabulares horizontais, formando *sills*, e também por extravasamento deste magma na superfície, gerando os derrames de basaltos (JANONI, 2007; IPT, 1981a). Ocupa uma área de cerca de 1.200.000km², com espessuras máximas em torno de 1200m a 1700m (PERDONCINI, 2003).

No Estado de São Paulo, afloram os derrames na parte superior das escarpas das cuestas basálticas e de morros testemunhos mais isolados pela erosão. Nos planaltos de rebordo dessas cuestas podem cobrir grandes extensões. Os corpos intrusivos tabulares concordantes são muito comuns na Depressão Periférica e na

região nordeste do Estado, onde também chegam a suportar cuestas locais. Os diques normalmente preenchem fendas de tração penetrando nas rochas sedimentares da bacia ou nas cristalinas pré-cambrianas e podem associar-se a *sills* e também cortar derrames. Os *sills* existem em grande quantidade nas rochas paleozóicas da Depressão Periférica e nos arenitos mesozóicos (IPT, 1981a; JANONI, 2007).

No nordeste de São Paulo, ocorre intrusão de um espesso corpo tabular de diabásio, denominado *Sill* Borda da Mata, definido na serra homônima, próximo a São Sebastião do Paraíso (MG), com espessura na ordem de 100 metros. Caracteriza-se pela coloração cinza-esverdeada, granulação fina a média, equigranular, com eventuais cristais de plagioclásio (labradorita) de aproximadamente 1cm (HELLMEISTER JR., 1997). É confundido geralmente com basalto devido ao seu resfriamento mais rápido que se dá próximo às bordas (SOARES et al. 1973a).

Os numerosos derrames cobriram a Formação Botucatu estendendo-se, no limite nordeste da bacia, diretamente sobre o embasamento (SOARES et al., 1973b), apresentando, por vezes, contato abrupto (PERDONCINI, 2003). A contemporaneidade do processo eólico e das primeiras manifestações vulcânicas produziu corpos de arenitos eólicos interderrames, e, localmente, lamitos lacustres, com espessuras de até 40m, marcando o contato entre as duas formações (HELLMEISTER JR, 1997).

O contato superior com as rochas do Grupo Bauru é erosivo, assim também com os sedimentos inconsolidados cenozóicos que recobrem essas unidades (PERDONCINI, 2003).

Na base e no topo do derrame, o basalto apresenta amígdalas, vesículas e vênulas horizontalizadas preenchidas por minerais do grupo das zeólitas, quartzo, calcedônia, calcita e por material caulinítico de cor branca (PERDONCINI, 2003).

O evento vulcânico de caráter toleítico começou no Eo-Cretáceo (132,4±1,1 Ma.), sendo os derrames precursores do Neo-Jurássico (NARDY, 1995; NARDY et al., 1999). Manifestou-se entre 147 e 119 Ma, com o máximo de intensidade entre 130 e 120 Ma. (ALMEIDA, 1986; CORDANI et al., 1967).

Os basaltos exibem cor cinza-escuro a esverdeado, de granulação muito fina a fina, às vezes microlítica. A textura destes é afanítica, equigranular, intergranular ou intersertal, podendo manifestar-se com estrutura fluidal, chegando a uma

espessura média em torno de 25m no Planalto de Franca. É possível distinguir plagioclásio (50 a 60%), piroxênio (augita e hiperstênio; 25 a 30%), tendo olivina, titanita e apatita como minerais acessórios (PERDONCINI, 2003).

Os diques e *sills* têm granulação mais grossa, são holocristalinos e freqüentemente apresentam textura ofítica. Nas bordas, contudo, texturas e estruturas semelhantes às dos derrames são às vezes observadas em diques e *sills*, em pequena espessura. A pouca freqüência com que se manifestam estruturas fluidais faz pensar que as lavas cessaram de correr quando ainda muito líquidas, o que implica em rápida intrusão, escoamento e represamento (IPT, 1981a).

Petrograficamente, os basaltos da Formação Serra Geral apresentam composição mineralógica muito simples, essencialmente constituídos de labradorita zonada associada a clinopiroxênios (augita e às vezes também pigeonita). Acessoriamente mostram-se titano-magnetita, apatita, quartzo e raramente olivina ou seus produtos de transformação. Matéria vítrea, ou produtos e desvitrificação, podem ser abundantes, sobretudo nas bordas dos derrames (IPT, 1981a).

Na região, as rochas vulcânicas são ricas em titânio, constituídas por plagioclásios cálcicos (andesina e labradorita), clinopiroxênios (augita e pigeonita), magnetita, ilmenita, titanomagnetita, além da olivina, hornblenda, apatita e quartzo, com amígdalas preenchidas de minerais do grupo das zeólitas, quartzo, calcedônia, calcita e artilas (caulinita) (IPT, 1981a).

Há um intenso fraturamento dessas rochas, a direções NW, NE e E-W, variando de subverticais e suborizontais, fatos estes que favoreceram o desenvolvimento de esfoliação esferoidal e disjunção colunar características. Falhas normais são observadas a sul de Franca, dispondo lado a lado os derrames basálticos com arenitos inconsolidados elúvio-coluvionares cenozóicos (PERDONCINI, 2003).

COBERTURAS CENOZÓICAS

Sobre as rochas basálticas da Formação Serra Geral, distribuem-se os depósitos pós-lava do Cretáceo Superior (Grupo Bauru) e do Terciário (sedimentos inconsolidados) (PERDONCINI, 2003).

A evolução geológica cenozóica do território paulista coloca-se num período de progressiva atenuação dos efeitos da reativação da Plataforma Sul-Americana,

iniciada no Jurássico Superior. Em termos litológicos, seu registro se deve quase que exclusivamente a coberturas sedimentares pouco expressivas (IPT, 1981a).

Nas Cuestas Basálticas ocorreram depósitos areníticos e conglomeráticos, parcialmente ferruginizados e silicificados, isolados em interflúvios, constituindo uma seqüência supra-basáltica de estratigrafia ainda não completamente elucidada. Englobam estes sedimentos a Formação Itaqueri e formações mais novas, ilhadas por erosão da área de exposição do Grupo Bauru, que se inicia mais a oeste. Este insulamento não tem ainda permitido estabelecer correlações seguras. No entanto, é possível admitir que a Formação Itaqueri seja diversa da Formação Marília, com a qual guarda similaridades texturais, e que constitua uma fácie fanglomerática da borda oriental, do embasamento Bauru, ou correlativa do arqueamento pós-cretáceo que afetou o leste paulista. Os níveis ferruginizados e silicificados documentariam oscilações climáticas terciárias e quaternárias (IPT, 1981a).

Formação Itaqueri e depósitos correlatos

Ocorre nas serras de Itaqueri e São Pedro com ocorrências isoladas no extremo nordeste do Estado, entre Pedregulho, Franca e Batatais (ALMEIDA BARBOSA, 1953). Aparece em mancha irregular no reverso da cuesta basáltica, isolada de outras coberturas pós-trapianas, representando suas partes mais elevadas testemunhos da antiga extensão do Planalto Ocidental. Litologicamente é constituída por membros alternados de arenitos com cimento argiloso, folhelhos e conglomerados (IPT, 1981a).

Os arenitos apresentam granulação variável, desde textura muito fina, passando a siltitos e até arenitos grosseiros de granulação heterogênea. Os conglomerados, cuja espessura pode atingir 5 metros, compõem-se de clásticos bem rolados com até 30cm de diâmetro, de composição petrográfica variada, predominando basalto, ocorrendo ainda quartzo, calcedônia, granito, quartzito, argilito, filito, pegmatito, sílex e folhelho da Formação Estrada Nova (IPT, 1981a).

Depósitos em situação semelhante ocorrem na região de Franca, composto por seqüência de arenitos, siltitos e conglomerados oligomíticos com estruturas hidrodinâmicas, porém com seixos e calhaus de composição predominantemente quartzítica e quartzosa, onde foi considerado por Hellmeister Jr. (1997) como Formação Franca de idade Terciário Inferior. Esta formação apresenta área de ocorrência bastante interessante, pois ocorrem nos interflúvios das principais

estruturas geomorfológicas da região de Franca, capeando a maioria das vezes os derrames basálticos da Serra Geral (JANONI, 2007).

A diversidade da composição petrográfica reflete uma variação de áreas fontes: os conglomerados oligomíticos da porção setentrional do reverso das cuestas passam a polimíticos para sul, mostrando a contribuição dos quartzitos da Serra da Canastra e das diversas formações paleozóicas e do embasamento cristalino.

Na região da Alta Mogina Paulista, a formação apresenta-se bastante restrita capeando duas porções elevadas no alto dos planaltos, próximo a Batatais e Altinópolis. São representadas na porção superior e na porção inferior por níveis conglomeráticos representado por clastos de composição gnáissica a quartzítica em contato direto com o basalto da Formação Serra Geral, e com coberturas indiferenciadas, indicando transporte oriundo da região da Serra da Canastra. Apresenta uma ocorrência bastante expressiva de arenitos lamíticos de coloração avermelhada, maciços ou bastante alterados, com laminação plano-paralela, grãos mal selecionados, com nítidas evidências de material retrabalhado oriundo de uma sedimentação anterior. Ocorrem também níveis sílticos intercalados a estes arenitos, que apresentam coloração acinzentada, com grãos bastante irregulares em meio a uma composição lamítica. Como características gerais observadas em campo, pode-se dizer que esta formação dá origem a solos mineralogicamente pobres com uma rede de drenagem de baixa densidade (JANONI, 2007).

ALOFORMAÇÕES

Estas aloformações podem ser entendidos como unidades individuais que definem depósitos superficiais com heterogeneidade lítica, sendo as características químicas, físicas e paleontológicas variáveis horizontal e verticalmente em toda a unidade. Deve apresentar-se mapeável em escala coerente com o trabalho realizado e apresentar uma seção tipo. O estabelecimento da unidade não necessariamente é relacionado à sua gênese, mas a interpretação genética pode influenciar o traçado dos limites, podendo até utilizar as superfícies geomorfológicas para tal, porém seu nome não deve ser utilizado na classificação da mesma (BARTOLOMEU, 2009).

A evolução geológica e limites temporais não definem unidades aloestratigráficas, podendo ser somente fatores que influenciam esta caracterização. A delimitação de sua extensão ocorre a partir da área tipo, podendo ser correlacionada a outras unidades na região (BARTOLOMEU, 2009).

Aloformação Taquara

Interpretado como originário de processos de formação de leques coalescentes, porém já arrasados pela erosão, perdendo sua morfologia padrão no relevo. Apresenta grande contribuição de material de rochas básicas intemperizados, tanto o basalto quanto o diabásio, sendo possível observar também sedimentos arenosos das formações Itaqueri e Botucatu. Apresenta conglomerados e é composto por quartzo, montmorilonita, ilmenita, hematita, gibbsita e caolinita (BARTOLOMEU, 2009).

Aloformação Água Limpa

Depósito predominantemente arenoso cujos materiais correlacionam-se às formações Itaqueri e Botucatu, com baixa contribuição de rochas básicas (basaltos e diabásios), porém podendo observar-se fragmentos destas rochas. Em campo, puderam ser observados blocos cravados em matriz arenosa poligenética, o que comprova ser um material colúvio aluvial recente (BARTOLOMEU, 2009).

Aloformação Descalvado

Apresenta-se como um depósito associado a um antigo depósito, composto por quartzo, hematita, magnetita e lateritas retrabalhadas em forma de seixos (BARTOLOMEU, 2009).

Aloformação Onça

Constitui um depósito retrabalhado com mineralogia composta por quartzo, caulinita e hematita, com magnetita e seixos. A origem do depósito é relacionada diretamente, à Formação Botucatu por apresentar materiais arenosos característicos desta formação (areias foscas, bimodais, bem arredondadas). A mistura de material silto argiloso na amostra é atribuída à contribuição da Formação Itaqueri, de onde é interpretada a proveniência da caulinita (BARTOLOMEU, 2009).

Aloformação Cristais

Desenvolvido por leques coalescentes de formação recente, configurando formas características na paisagem. Muito semelhante à Aloformação Taquara, tanto na gênese quanto nos materiais encontrados.

Constitui depósito conglomerático, composto por quartzo, montmorilonita, ilmenita, hematita, gibbsita e caolinita (BARTOLOMEU, 2009).

O mapa de litologia formal e aloformal mapeado por Bartolomeu (2009) no município de Cristais Paulista apresenta-se a seguir, na Figura 9.

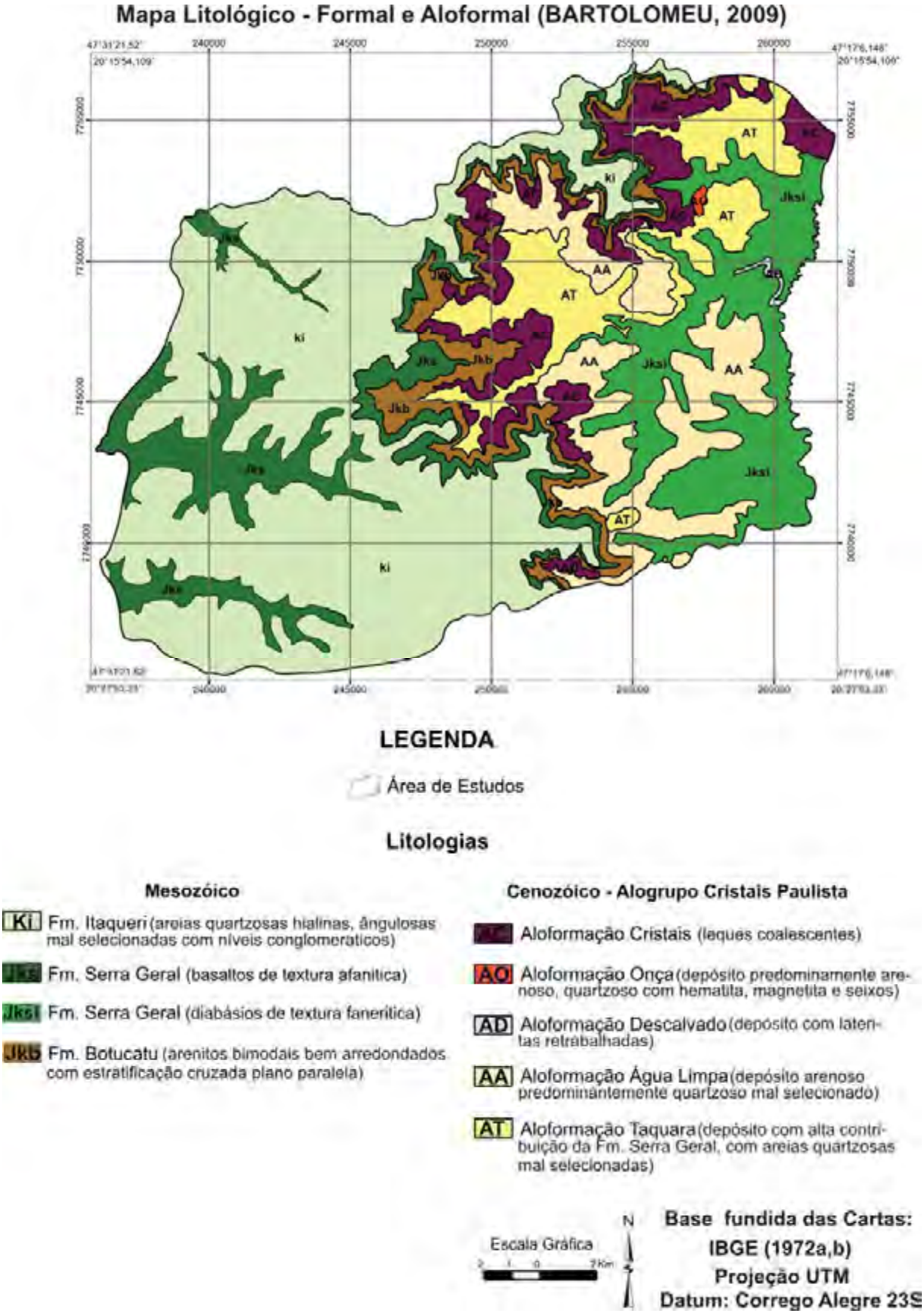


Figura 9: Mapa Litológico (Formal e Aloformal) de Cristais Paulista (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.3. GEOMORFOLOGIA

O Estado de São Paulo pode ser dividido em províncias geomorfológicas: o Planalto Atlântico, a Província Costeira, a Depressão Periférica, as Cuestas Basálticas e o Planalto Ocidental. O município de Cristais Paulista localiza-se na Província das Cuestas Basálticas, como é possível observar na Figura 10.

Tal província caracteriza-se morfologicamente por apresentar relevo escarpado no limite com a Depressão Periférica (escarpa da cuesta) e de uma sucessão de grandes plataformas estruturais de relevo suavizado, inclinadas para o interior do Estado, em direção à calha do Rio Paraná (reverso da cuesta). As dimensões das formas são muito variáveis, desde escarpas pouco extensas, de menos de uma dezena de quilômetros, até longos trechos de escarpas contínuas, ultrapassando centenas de quilômetros. Os desníveis entre o topo e as escarpas e sua base podem também oscilar de uma centena até quase meio milhar de metros. O reverso da cuesta ainda não possui consenso na literatura, sendo uma tendência associá-la à extensão da área de afloramento das eruptivas basáticas (IPT, 1981b).

Figura 10: Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo (Fonte: EMBRAPA, 2005)

Litologicamente, a província é dominada por derrames superpostos de rochas eruptivas, extensos de várias dezenas a mais de uma centena de quilômetros, e espessos de várias dezenas de metros. Estas rochas basálticas sustentam o relevo

de cuestas que constituem uma das formas mais marcantes do relevo paulista. Os derrames recobriram depósitos de arenitos das Formações Pirambóia e Botucatu. Sobre os basaltos, nas partes mais elevadas dos interflúvios, apresentam-se os restos de arenitos do Grupo Bauru e das coberturas cenozóicas. Estas características litológicas refletem na conformação dos frontes escarpados, permitindo o desenvolvimento de perfis escalonados, cortados por plataformas estruturais (IPT, 1981b).

Nesta província predominam os relevos de morros, de tal forma que as colinas e morrotes da Depressão Periférica e do Planalto Ocidental ficam separados por uma faixa de relevo mais acidentado. Seu sistema de drenagem é diversificado, recebendo vários rios que procedem da Depressão Periférica e do Planalto Atlântico. A ação da erosão no reverso da cuesta é bem desenvolvida, embora as características próprias das bacias de drenagem que promovem sua esculturação conduzam a diferentes intensidades de entalhe, gerando diferentes conjuntos morfológicos (IPT, 1981b).

A região de Franca tem como uma das principais características a presença de áreas de coberturas detríticas sobre as rochas basálticas. Estas rochas foram submetidas na região a um intenso entalhamento, expondo os basaltos e formando numerosos relevos testemunhos isolados na porção frontal das cuestas. No reverso, a ação da drenagem conseqüente não foi menos intensa, formando autênticos canions e relevos residuais com amplitudes quase sempre superiores a 100m (IPT, 1981b).

Na região da Serra de Franca, as cuestas são delimitadas por ESCARPAS FESTONADAS (521), feição sinuosa esta que pode ser acompanhada até a região do Rio Grande, na represa de Jaguará. O reverso das cuestas é caracterizado por relevos de MORROS ARREDONDADOS (241), resultantes do forte entalhamento da drenagem. Seguem-se regiões onduladas, muito menos entalhadas de COLINAS AMPLAS (212), separadas em extensas manchas por canions de ocorrência restrita aos canais principais da drenagem conseqüente, como os rios Ponte Nova, do Carmo ou Solapão, do Salgado e Ribeirão dos Bagres (IPT, 1981b).

O alto da Serra de Franca constitui parte do planalto homônimo, que apresenta relevo de COLINAS MÉDIAS (213). Situa-se a uma altitude média de 1.000m na região próxima à crista da cuesta, perdendo altura rumo a oeste por influência do caimento das camadas (IPT, 1981b).

No norte do Planalto de Franca, ocorrem morros testemunhos isolados formando MESAS BASÁLTICAS (311), destacando dos relevos mais baixos de COLINAS AMPLAS (212), relevo este gerado pela expansão da bacia do Rio das Canoas (IPT, 1981b).

Como mencionado anteriormente, o entalhamento do reverso da cuesta deu origem a relevos de morros, escarpas e canions locais, deixando o Planalto de Franca bastante desfigurado atualmente, não sendo mais uma área de relevo mais ou menos uniforme e disposta em certa superfície topográfica inclinada. É possível distinguir em diversos pontos manchas de COLINAS AMPLAS (212) e de COLINAS MÉDIAS (213) entre os relevos de MORROS AMPLOS (221) e MORROS ARREDONDADOS (241), compondo dessa forma restos de planaltos em altitudes progressivamente mais baixas rumo ao interior da Bacia do Paraná (IPT, 1981b).

Os limites marginais deste planalto não se fazem sempre por ESCARPAS FESTONADAS (521) ou ENCOSTAS COM CANIONS LOCAIS (512), já que em alguns pontos, a expansão de bacias de drenagem por erosão remontante criou grandes anfiteatros os quais o desnível está em torno de 200-300m, encerrando em relevo de MORROS AMPLOS (221) (IPT, 1981b).

Já da barragem de Jaguará até o seu oeste, na região de Igarapava, persistem escarpas limítrofes de cuestas e morros testemunhos, evidenciando o poder erosivo da drenagem obseqüente, vinculada aos afluentes do Rio Grande. A região mais próxima dos rios principais (Rio Grande, Rio Sapucaí-Mirim, Rio Pardo) é definida por relevos monótonos do tipo COLINAS AMPLAS (212) (IPT, 1981b).

O mapa geomorfológico do município de Cristais Paulista, segundo IPR (1981b) apresenta-se na Figura 11, a seguir.

Notas (IPT, 1981b):

Relevo Colinoso: amplitudes locais inferiores a 100m, declividade de encostas menores que 15%; predominam rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia e basaltos, subordinadamente sedimentos coluvionares e rochas do grupo Bauru, diabásio, xistos e quartzitos; (212) Colinas Amplas – área maior que 4km²; (213) Colinas Médias – área entre 1 e 4km².

Relevo de Morros com encostas suavizadas: amplitudes locais d 100 a 300m; declividades de encostas menores que 15%; predominam rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia e basaltos, subordinadamente sedimentos do Grupo Bauru e Passa-Dois e diabásios; (221) Morros Amplos.

Relevo de Morros e Relevos Residuais sustentados por litologias particulares: amplitudes locais de 100 a 300m; declividades de encostas maiores que 15%; predominam rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia e basaltos, subordinadamente sedimentos do Grupo Bauru e Passa-Dois e diabásios; (241) Morros Arredondados; (311) Mesas Basálticas.

Relevos de Transição: amplitudes locais acima de 100m e declividade de encostas maiores que 15%; predominam rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia e basaltos, subordinadamente rochas sedimentares do Grupo Bauru e diabásios; (512) Encostas com Canions Locais; (521) Escarpas Festonadas.

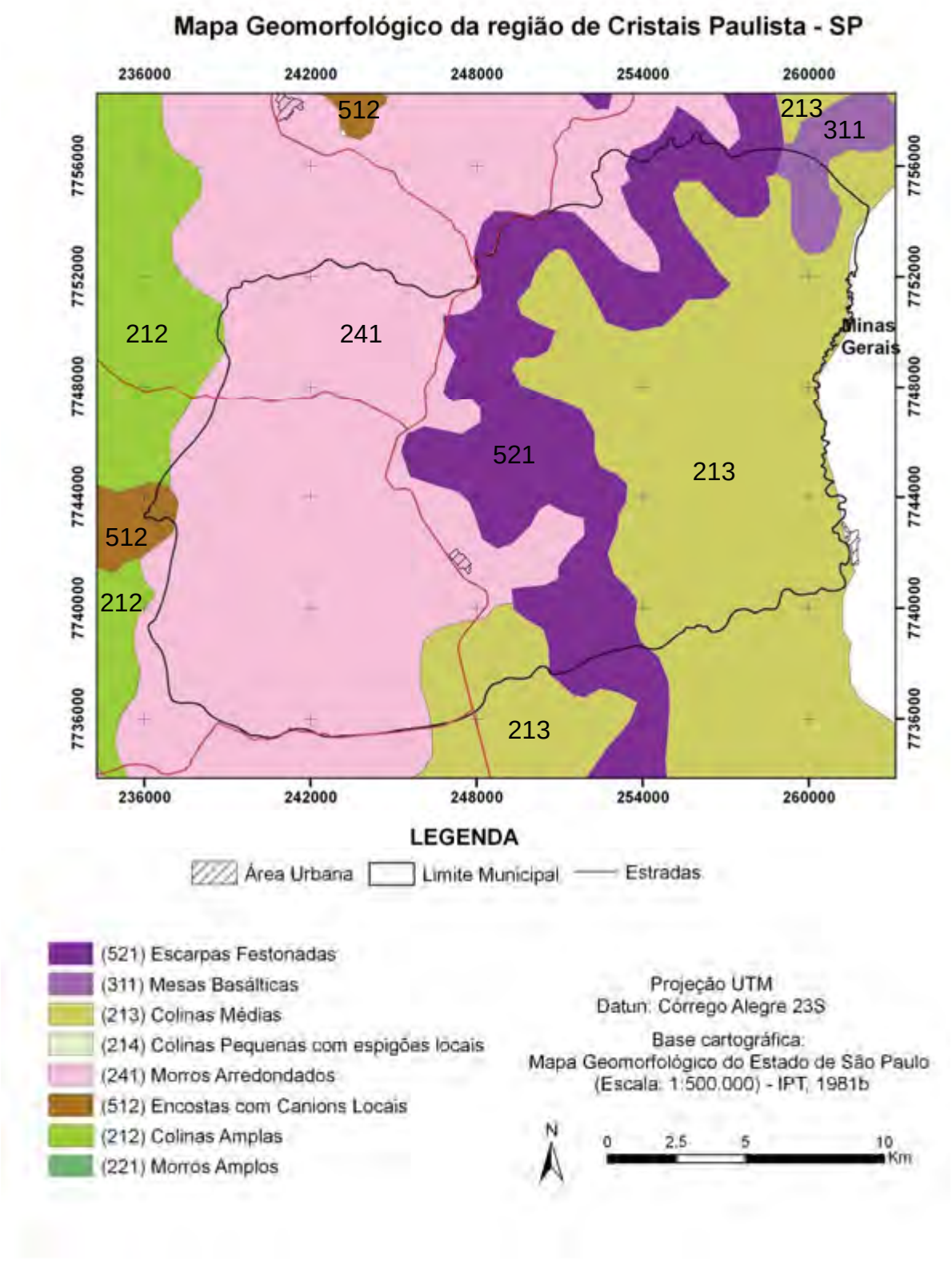


Figura 11: Mapa Geomorfológico da região de Cristais Paulista, adaptado para escala 1:250.000 de IPT (1981b).

4.1.4. PEDOLOGIA

O solo é considerado uma coleção de corpos naturais, com suas partes sólida, líquida e gasosa, tridimensionais, dinâmicos, constituídos de materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial do terreno continental do nosso planeta, podendo estar modificado por atividades humanas. É estruturado em seções aproximadamente paralelas a partir da superfície – denominadas horizontes ou camadas – que se distinguem do material de origem, inicial, como resultado de adições, perdas, translocações e transformações de matéria e energia. Tais estruturas diagnosticam o tipo de solo e auxilia na sua classificação (EMBRAPA, 2006).

Em seu trabalho, Bartolomeu (2009) levantou os solos existentes no território de Cristais Paulista, no entanto nem todos puderam ser representados no Mapa de Solos devido à escala de mapeamento não ser compatível com a de representação. No total, foram encontrados 12 tipos de solos, descritos a seguir com base em informações de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), juntamente com as características particulares encontradas por Bartolomeu (2009).

4.1.4.1. NEOSSOLOS

São solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Não apresentam alterações expressivas do material originário pela baixa intensidade dos processos pedogenéticos, tanto devido às características inerentes ao próprio material de origem, como presença de resistência ao intemperismo ou composição físico-mineralógica, ou pela influência dos demais fatores de formação - clima, relevo e tempo (EMBRAPA, 2006).

Neossolo Quartzarênico

Corresponde a solos sem contato lítico em 50cm de profundidade, apresentando textura areia ou areia franca em todos os horizontes até no mínimo a profundidade de 150cm. São essencialmente quartzosos, com frações areia grossa e areia fina, sendo composto de 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala, não apresentando minerais primários alteráveis (EMBRAPA, 2006).

Em Cristais Paulista, é possível encontrar o Neossolo Quartzarênico correspondente à aloformação Onça, de origem deposicional poligenético, apresentando areia bimodal, com grãos foscos e bem arredondados característicos da Formação Botucatu e material silto-argiloso da contribuição da Formação Itaqueri. A sua mineralogia é composta por quartzo, caulinita, hematita e magnetita (BARTOLOMEU, 2009).

Ainda é possível distinguir o Neossolo Quartzarênico Litólico, pouco desenvolvido, correspondente à intemperização do arenito da Formação Botucatu em áreas de grande exposição tanto em relação à dimensão quanto aos processos intempéricos, nas áreas de ocorrência, as escarpas das serras (BARTOLOMEU, 2009).

Há ainda o Neossolo Quartzarênico/Regolítico háplico cambissólico, também de origem poligenética com materiais da Formação Itaqueri e Botucatu, formado através da deposição por movimento de massa de grande porte (BARTOLOMEU, 2009).

Neossolo Litólico

Apresenta horizonte A ou hístico assentados diretamente sobre rocha ou horizonte C ou Cr ou sobre material com 90% do volume ou mais da sua massa constituída de fragmentos de rocha com dimensões para serem considerados cascalhos, calhaus e matacões. Quando ocorre um horizonte B, este não satisfaz qualquer tipo de horizonte diagnóstico (EMBRAPA, 2006).

Em Cristais Paulista, este solo apresenta-se como proveniente da intemperização da Formação Serra Geral, originando material rico em minerais de argila misturado a calhaus (BARTOLOMEU, 2009).

Neossolo Flúvico

São solos resultantes da sedimentação aluvial, apresentando caráter flúvico, com horizonte glei ou de coloração pálida, variegada ou com mosqueados abundantes característico de ambiente reducional ocorrem sob o horizonte A (EMBRAPA, 2006).

Na área de estudo, este solo é o registro de paleocanal de alta energia, apresentando seixos em grande quantidade, mal selecionados e com orientação

definida, oriundos da erosão do Grupo Araxá-Canastra, complexo metassedimentar da borda da Bacia do Paraná (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.4.2. CAMBISSOLOS

Constituem-se de material mineral apresentando horizonte diagnóstico B incipiente, pedogênese pouco avançada apresentando pelo menos estruturação do solo. O horizonte diagnóstico tem textura franco-arenosa ou mais argilosa, e apresenta *solum* com teores uniformes de argila. Sua estruturação é de blocos, granular ou prismática (EMBRAPA, 2006).

De poucas características marcantes, ocorre no município o Cambissolo com retrabalhamento de lateritas, associado à Aloformação Descalvado, sendo formado por movimento de colúvio, porém antigos, já não apresentando mais a morfologia original de leque coalescente no relevo (BARTOLOMEU, 2009).

Cambissolo Sesquioxídico

Podem-se distinguir no município, dois tipos de Cambissolos cujos processos originários são os mesmos, no entanto de idades diferentes. Ambos são resultantes de processos de formação de leque e possuem contribuição de basalto/diabásio em conglomerados angulosos formando níveis intercalados com o solo. A fração areia destes solos é composta por materiais das formações Itaqueri e Botucatu (BARTOLOMEU, 2009).

O Cambissolos Sesquioxídico associado à Aloformação Taquara não apresenta mais o padrão de relevo característico de leque coalescente por ser um depósito antigo já arrasado pela erosão. Já o Cambissolo Sesquioxídrico associado à Aloformação Cristais apresenta-se em forma de leques coalescentes recentes cuja forma no relevo se torna notável na paisagem e o padrão deposicional de um leque pode ser observado, como demonstra a Figura 12 (BARTOLOMEU, 2009).

O material de textura média estando a sua mineralogia composta por quartzo, montmorilonita, ilmenita, hematita, gibbsita e caulinita. Em campo, foi possível identificar magnetita. A presença de montmorilonita indica que a formação deste solo se deu em períodos paleoclimáticos recentes (paleoclimas árido e semi-árido). A presença de minerais mais evoluídos intempericamente como a caulinita e gibbsita (de paleoclima tropical úmido), é correlacionada à mistura dos materiais

intemperizados do topo da cuesta basáltica depositados em forma de leques (BARTOLOMEU, 2009).

Figura 12: Padrão de deposição de materiais em um leque coalescente, da parte distal a proximal, e a forma de um leque coalescente na paisagem (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.4.3. LATOSSOLO

Os Latossolos podem ser conceituados como solos constituídos por material mineral, em avançado estágio de intemperização, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, apresentando horizonte B latossólico, Os solos são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo (EMBRAPA, 2006).

São normalmente profundos, típicos de regiões equatoriais e tropicais, podendo ocorrer também em zonas subtropicais. Distribuem-se em superfícies de erosão, pedimentos ou terraços fluviais amplos e antigos, normalmente em relevo plano e suave ondulado.

Latossolo Vermelho-Amarelo

Presente no município, este solo apresenta perfil característico de dimensões decamétricas de aproximadamente 40m sobre uma camada de laterita de 1m de espessura, que assenta sobre solo plintificado e um horizonte Cr. Apresenta características de origem residual do intemperismo da Formação Itaqueri de idade Cretácea Média, podendo inferir o início dos processos intempéricos logo após a deposição do material nas épocas relativas ao Oligoceno, Mioceno e Plioceno, tendo em vista os padrões paleoclimáticos da área nesta época. A sua mineralogia é composta por quartzo, caulinita, gibbita e hematita (BARTOLOMEU, 2009).

O perfil esquemático deste solo encontrado em Cristais Paulista apresenta-se representado a seguir na Figura 13:

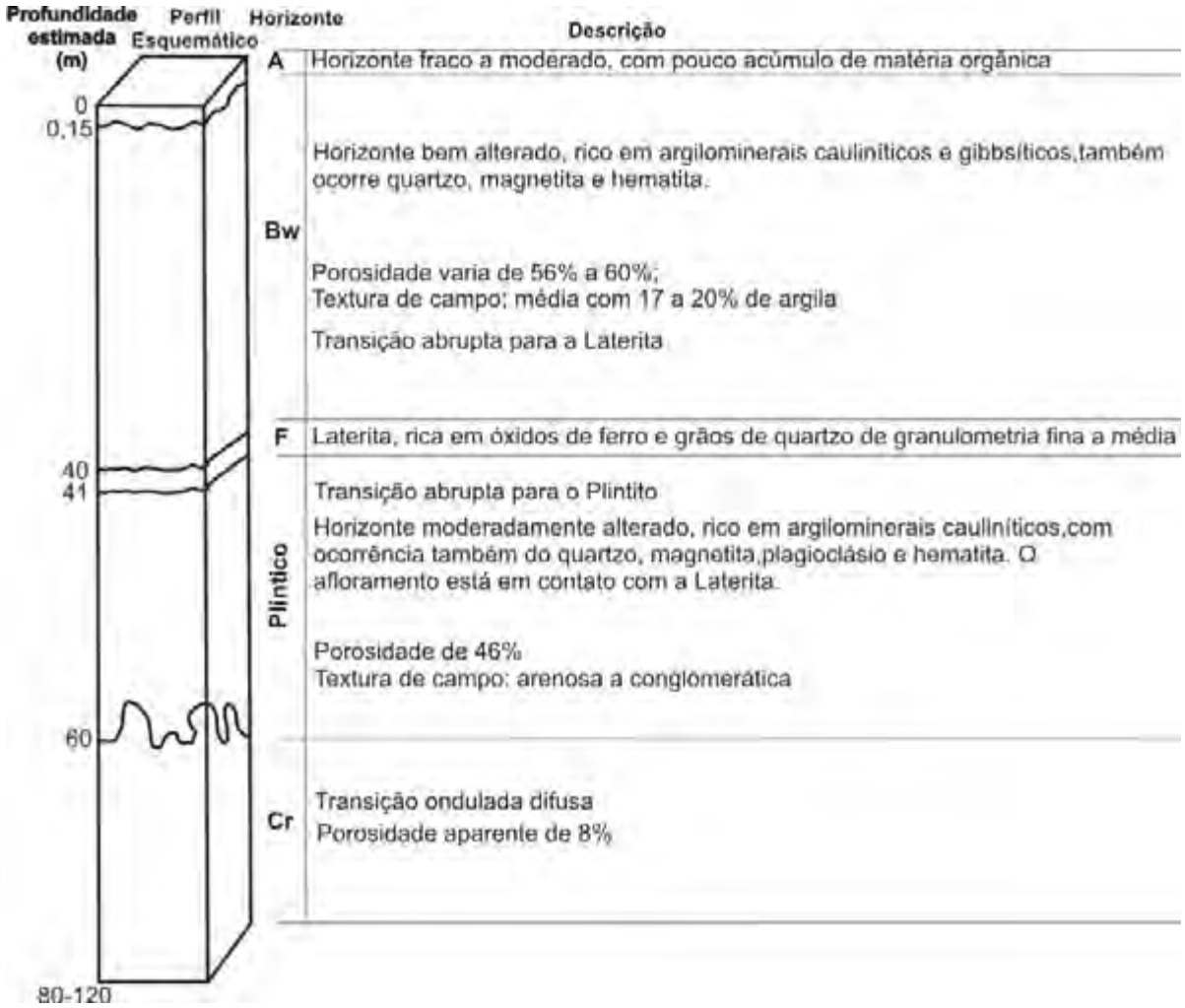


Figura 13: Perfil esquemático de Latossolo Vermelho-Amarelo presente em Cristais Paulista (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.4.4. PLINTOSSOLO

Solos minerais formados sob condições de restrição à percolação de água e sujeitos a efeito temporário de excesso de umidade, apresentando-se mal drenados. Apesar da coloração ser bastante variável, verifica-se predomínio de cores pálidas com ou sem mosqueados de cores alaranjadas a vermelhas. Está associado, muitas vezes a terrenos de várzea, áreas com relevo plano ou suavemente ondulado e em zonas geomórficas de depressão, em áreas de surgente, sob condição de oscilação do lençol freático (EMBRAPA, 2006).

A área de estudo está intimamente relacionado à ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo, situando-se sob a camada de laterita. É originado durante a latossolização, laterização e sua respectiva plintificação, apresentando-se truncada e da qual resta aflorando na superfície do substrato de plintificação da Formação Itaqueri (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.4.5. GLEISSOLO

Compreende solos hidromórficos constituídos de material mineral com horizonte glei, encontrando-se permanente ou periodicamente saturados de água, podendo, por ascensão capilar, chegar à superfície. Caracterizada pela forte gleização decorrente de ambiente redutor, apresenta cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas (EMBRAPA, 2006).

Em Cristais Paulista, apresenta-se associado ao Latossolo Vermelho-Amarelo, ocorrendo em áreas com lençol freático aflorante. É o resultado do processo de gleização do Plintito da Formação Itaqueri, presente na porção mais profunda do perfil do Latossolo Vermelho-Amarelo (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.4.6. NITOSSOLO

Solos com 350g/Kg ou mais de argila de atividade baixa, inclusive no horizonte A, constituído por material mineral e com presença de horizonte B nítico como horizonte diagnóstico. Tal horizonte apresenta estrutura de grau de desenvolvimento moderado ou forte, em blocos subangulares, angulares ou prismáticas, com a superfície dos agregados reluzente (EMBRAPA, 2006).

Nitossolo Vermelho

Diferenciam-se nesta classe os Nitossolos com matiz 2,5YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B (EMBRAPA, 2006). Mineralogicamente, as amostras coletadas no município de Cristais Paulista apresentaram quartzo, caulinita, gibbsita e hematita, o que indicou que este solo encontra-se bem evoluído. A presença de quartzo indica sua proveniência sedimentar, indicando que este solo é resultado de um depósito colúvio-aluvionar, relacionado a depósitos de vertente com contribuição de quartzo e colóides intempéricos da Formação Itaqueri. A presença dos materiais intemperizados também indica que este solo correlaciona-se a paleoclimas de regiões tropicais úmidas (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.4.7. ORGANOSSOLO

Compreende solos pouco evoluídos, com preponderância de características de material orgânico. Apresenta coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultante da acumulação de restos vegetais em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita, geralmente mal ou muito mal drenados. O lençol freático permanece elevado grande parte do ano, restringindo os processos de mineralização da matéria orgânica, o que limita o desenvolvimento pedogenético. Geralmente ocorrem em áreas baixas de várzeas, depressões e locais de surgentes, sob vegetação hidrófila ou higrófila, de tipo campestre ou floresta (EMBRAPA, 2006).

Organossolo Tiomórfico Sáprico

Solo que apresenta material orgânica sáprica na maior parte dos horizontes, dentro de 100cm da superfície do solo. Possui coloração 10YR 2/1 e teor de fibras esmagadas menor que 10%. Em Cristais Paulista, ocorre em taludes retilíneos de baixa inclinação, locais estes provavelmente condicionados a lentes silto/argilosas da Formação Itaqueri responsável pela formação de região alagadiça e acúmulo de material orgânico. Supõe-se que a idade de formação relativa deste acúmulo de matéria orgânica esteja entre o Pleistoceno/Holoceno (EMBRAPA, 1999; BAERTOLOMEU, 2009).

A ocorrência dos solos encontrados no município de Cristais Paulista está representada no mapa da Figura 14, a seguir.

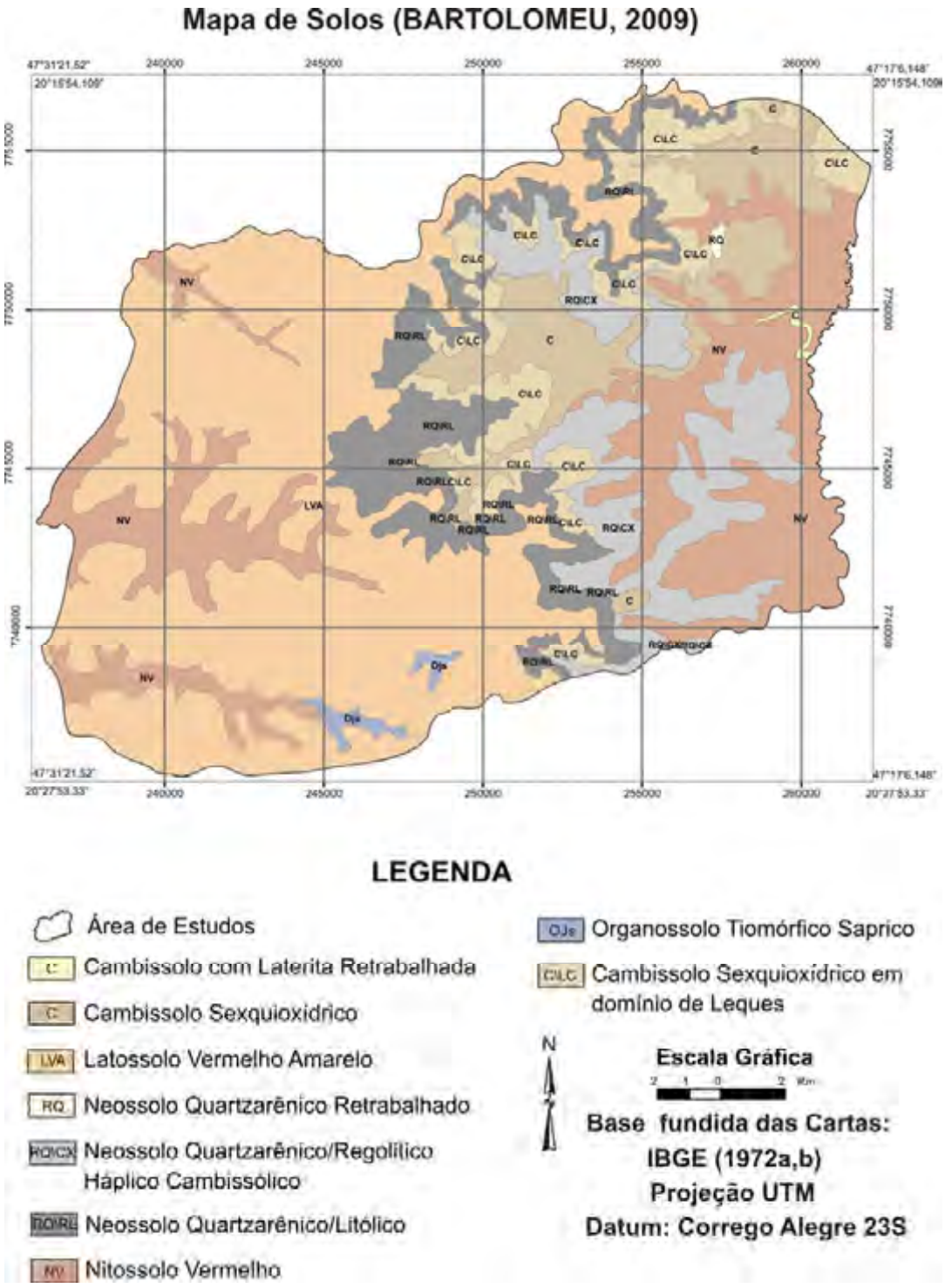


Figura 14: Mapa de Solos do município de Cristais Paulista (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.5 HIDROLOGIA

A área de estudo está inscrita na UGRHI 8 – Sapucaí-Mirim/Grande (Figura 15), cuja área total compreende 9.166 km² e é formada pelas sub-bacias: Alto

Sapucaí, Médio Sapucaí, Baixo Sapucaí, Ribeirão do Jardim/Córrego do Lajeado, Rio do Carmo, Rio Canoas e afluentes do Rio Grande (IPT, 2000).

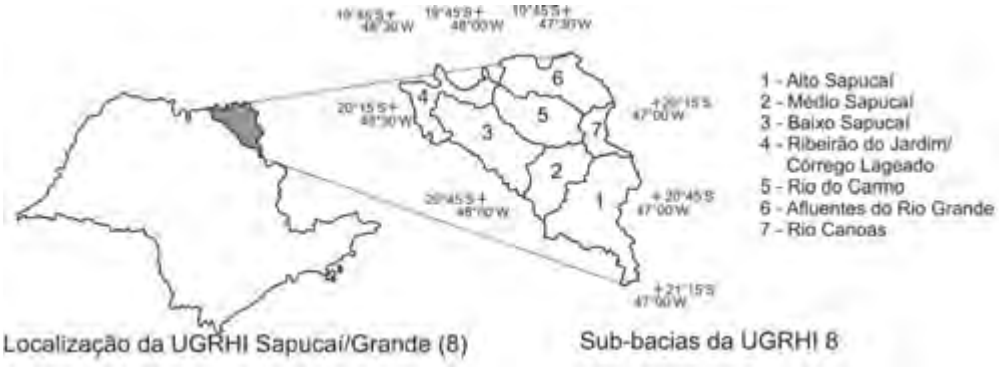


Figura 15: Localização da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande e suas sub-bacias (IPT, 2000).

O município de Cristais Paulista está inserido na sub-bacia do Rio Canoas. A captação e distribuição da água são realizadas pelo SAE, onde 20% de tal recurso é de origem subterrânea e 80% é de origem superficial (IPT, 2000).

De forma generalizada, em uma extensa área da UGRHI-08, há ocorrência de águas subterrâneas condicionada pela presença de cinco unidades aqüíferas: Cenozóico, Serra Geral, Botucatu em suas porções livre e confinada, Tubarão e Cristalino (IPT, 2000).

O Aqüífero Cenozóico inclui para a UGRHI-08 os depósitos de idade cenozóica indiferenciados e os correlatos à Formação Itaqueri, de idade mesozóica. Tem, portanto, caráter sedimentar, e possui extensão limitada, é livre e descontínuo. A sua permeabilidade se dá por porosidade granular e a espessura chega a 150m. O uso de tal recurso foi registrado somente em poços rasos do tipo cacimba, podendo ser encontrado um caso de poço tubular, porém com captação também dos basaltos da Formação Serra Geral (IPT, 2000).

O aqüífero Serra Geral possui extensão regional, determinada pela ocorrência dos basaltos e diabásios dessa formação geológica. Caracteriza-se como um aqüífero restrito, já que depende da presença de descontinuidades da rocha (juntas, fraturas e falhas) e/ou de pacotes de arenitos inter-derrames que podem armazenar água. Na maioria dos poços deste aqüífero na região da UGRHI-08 apresentaram coeficiente de armazenamento baixo, indicando confinamento das águas nas fraturas (IPT, 2000).

Aqüíferos formados pelas formações Botucatu e Pirambóia possuem características dificilmente diferenciáveis, o que resultou na denominação de Aqüífero Botucatu ou Guarani para ambas as formações. Caracteriza-se por ser uma unidade sedimentar, tendo a Formação Serra Geral exercendo o confinamento, permeável por porosidade granular, de extensão contínua com espessura desde zero a cerca de 400m. As recargas ocorrem nas áreas aflorantes, o que induz a um fluxo essencialmente horizontal no meio confinado. Suas características hidráulicas associadas a grande extensão e espessura evidenciam sua extrema importância como reserva estratégica de água em caráter continental (IPT, 2000).

Os sedimentos que compõem o Grupo Tubarão constituem um aqüífero de extensão regional, com porosidade granular e localmente fissurado, livre a semi-confinado, heterogêneo e descontínuo. As intercalações de camadas de lamitos, siltitos e folhelhos conferem permeabilidades verticais inferiores às horizontais, resultando em anisotropia marcante. Não apresenta área de afloramento na UGRHI, sendo recobertos pelos *sills* de diabásio (IPT, 2000).

O Aqüífero Cristalino compõe-se pelas rochas do embasamento com extensão regional, porém em caráter eventual associado à porosidade por fraturas e fissuras. Apresenta características de aqüífero livre a semi-confinado, heterogêneo, descontínuo e anisotrópico. Sua área aflorante na UGRHI-08 corresponde a apenas 10% do total, restringindo à porção nordeste da Bacia (IPT, 2000).

O número de poços cadastrados em cada aqüífero, a demanda total por aqüífero captado, dos poços utilizados para o abastecimento público estão na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6: Número de poços cadastrados por Aqüífero e as demandas total e relativa para abastecimento público na UGRHI 8 (Fonte: IPT, 2000).

Aqüífero	Número de poços	Demanda total (m³/s)	Demanda relativa (%)
Serra Geral	13	0,087	10,8
Serra Geral/Botucatu	23	0,425	52,7
Tubarão	4	0,01	1,3
Cristalino	4	0,007	0,9
Não definido	42	0,277	34,4
TOTAL	86	0,807	100

Uma forma importante de uso público dos recursos hídricos são os lançamentos de esgotos domésticos. Todos os municípios da UGRHI possuem rede de coleta de esgotos, com pelo menos um ponto de lançamento. Apesar disso, há

ainda 37% das cargas orgânicas domésticas potenciais que não passam por tratamento (IPT, 2000).

As cargas poluidoras de origem industrial correspondem aos lançamentos de efluentes líquidos diretamente nos rios e córregos, com ou sem tratamento prévio. Na região há predomínio de indústrias de curtume, atividade industrial esta que lança nos corpos d'água efluentes tratados, resultado do processo produtivo. Uma grande atenção deve ser dada a este aspecto, já que, no trabalho de Matsumoto & Marim-Morales (2001) observou-se graves mutações em células de um organismo teste, o vegetal *Allium ceppa*, irrigado com água coletada do Córrego dos Bagres, onde há o despejo dos efluentes tratados dos curtumes do distrito industrial de Franca. Um dos agentes mutagênicos provavelmente foi o crômio que, embora com teores reduzidos pelos tratamentos, apresenta constância nas emissões, o que induziu a medidas de controle.

A disposição de resíduos sólidos pode ser considerada como uma fonte potencial importante de contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas. A contaminação das águas superficiais pode ocorrer de forma direta, através de lançamentos de resíduos em cabeceiras ou vales de drenagens, ou ainda pelo despejo de efluentes advindos da decomposição dos resíduos e percolação de águas pluviais (chorume). A contaminação das águas subterrâneas, por sua vez ocorre de forma indireta, por meio da infiltração de chorume no subsolo. O município de Cristais Paulista deve atentar para este aspecto, pois o seu aterro sanitário localiza-se sobre a Formação Botucatu, o que pode levar a uma contaminação.

Segundo dados de 2006 da CETESB (2009), a qualidade da água bruta para fins de abastecimento público do Ribeirão dos Bagres e do Rio Sapucaí-Mirim apresentou-se regular e a do Rio Grande se mostrou boa em uma média anual. Também quanto à qualidade para a proteção da vida aquática, o Rio Sapucaí-Mirim apresentou-se regular e o Rio Grande boa.

4.1.6. CLIMA

A climatologia e a distribuição das chuvas do Estado de São Paulo estão sujeitas às ações das massas úmidas Polar Atlântica (fria), Tropical Atlântica (quente) e seca Equatorial Continental (quente), com correntes sul e leste (Figura 16).

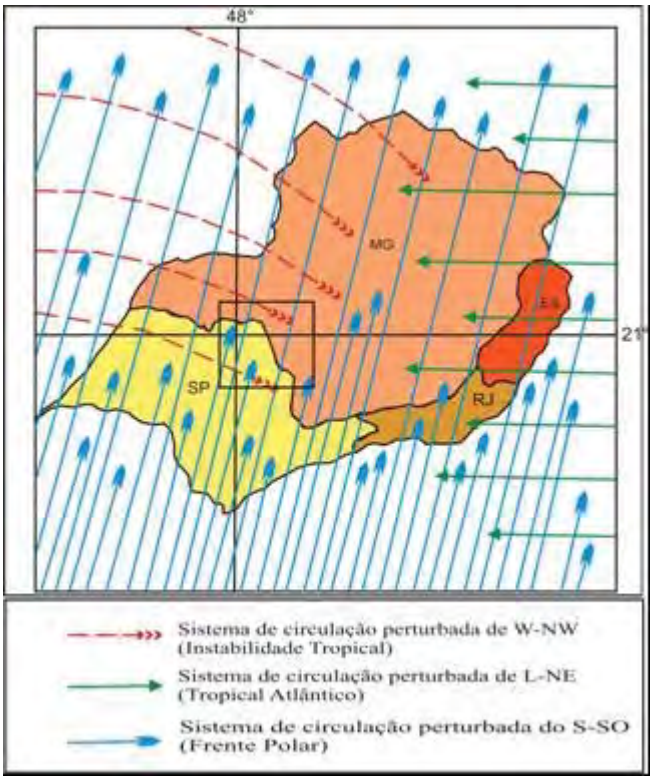


Figura 16: Mapa do clima na região sudeste, em destaque o nordeste paulista (Fonte: IPT, 2000).

Devido a essas características, Monteiro (1973) e Sant'anna (1995) estabeleceram que cerca de 70% a 80% das chuvas no Estado de São Paulo são desencadeadas pelo sistemas extratropicais, através da Frente Polar Atlântica. De maneira geral, as maiores precipitações no Estado se concentram entre os meses de outubro a março, com o trimestre mais chuvoso apresentando diferenciações. O período mais seco ocorre entre abril e setembro, com o trimestre característico entre junho e agosto.

A Serra de Franca/Batatais, importante referência geomorfológica local e regional, recebe maiores quantidades de chuvas originadas por sistemas frontais dada a orientação de suas vertentes para sul e sudoeste. Tal configuração pluviométrica tem influências diretas sobre a erodibilidade dos solos das cuestas basálticas, uma vez que nelas encontram-se os arenitos das formações Botucatu e Pirambóia em altas declividades e relevo dissecado.

Com base na classificação proposta por Monteiro (1973), Sant'anna (1995) apresentou uma carta síntese da variação temporo-espacial das chuvas no Estado de São Paulo, definindo oito unidades regionais e vinte e cinco subunidades homogêneas. Dentre essas, Cristais Paulista situa-se na unidade “Cuestas

Basálticas" e na sub-unidade "Franca/Batatais", com amplitude altimétrica de 800 a 1.000 m, totais de chuvas anuais médias entre 1.500 mm a 2.000 mm, em função das altitudes. 80% das chuvas são concentradas de outubro a março (com trimestre mais chuvoso entre novembro e janeiro), com influência dos sistemas tropicais advindos do Centro-oeste do país. O período mais seco, de abril a setembro, apresenta o trimestre mais crítico entre junho e agosto, quando somente 5% das chuvas ocorrem.

O clima de Cristais Paulista é classificado como Tropical de Altitude de acordo com o sistema de Köppen, que se caracteriza pelo inverno seco e verão com alta precipitação. Setzer (1996) identificou três tipos climáticos na região.

a) o clima *Aw* é tropical úmido com estiagem no inverno. O total de chuva no período seco é inferior a 30 mm, a temperatura média no mês mais quente é superior a 22^{o}C, e no mês mais frio superior a 18^{o}C;

b) o clima *Cwa* é quente úmido, com inverno seco. Apresenta no mês mais seco total de chuva inferior a 30 mm; temperaturas médias superiores a 22^{o}C no mês mais quente, e temperaturas menores que 18^{o}C no mês mais frio; e

c) o clima *Cwb* é temperado úmido com estação seca. O total de chuva no mês mais seco é menor que 30 mm; a temperatura média no mês mais quente é inferior a 22^{o}C, e no mês mais frio é menor que 18^{o}C.

A distribuição destes tipos climáticos está representada no mapa da Figura 17.

Em um estudo elaborado a partir de dados de 27 estações termométricas e 427 postos pluviométricos, Rolim et al. (2007) desenvolveram novos mapas agroclimáticos para o Estado, de acordo com as metodologias de Köeppen e Thornthwait. Para o município de Cristais Paulista, segundo a classificação de Köeppen, foram levantadas as classes Aw, Cwa e Cwb, coincidindo com o estudo de Setzer (1996). Já de acordo com a classificação de Thornthwait, a área do município recebeu a classificação de B4rB'3a', correspondente ao clima mesotérmico úmido de pouca a nenhuma deficiência hídrica (THORNTHWAIT, 1984).

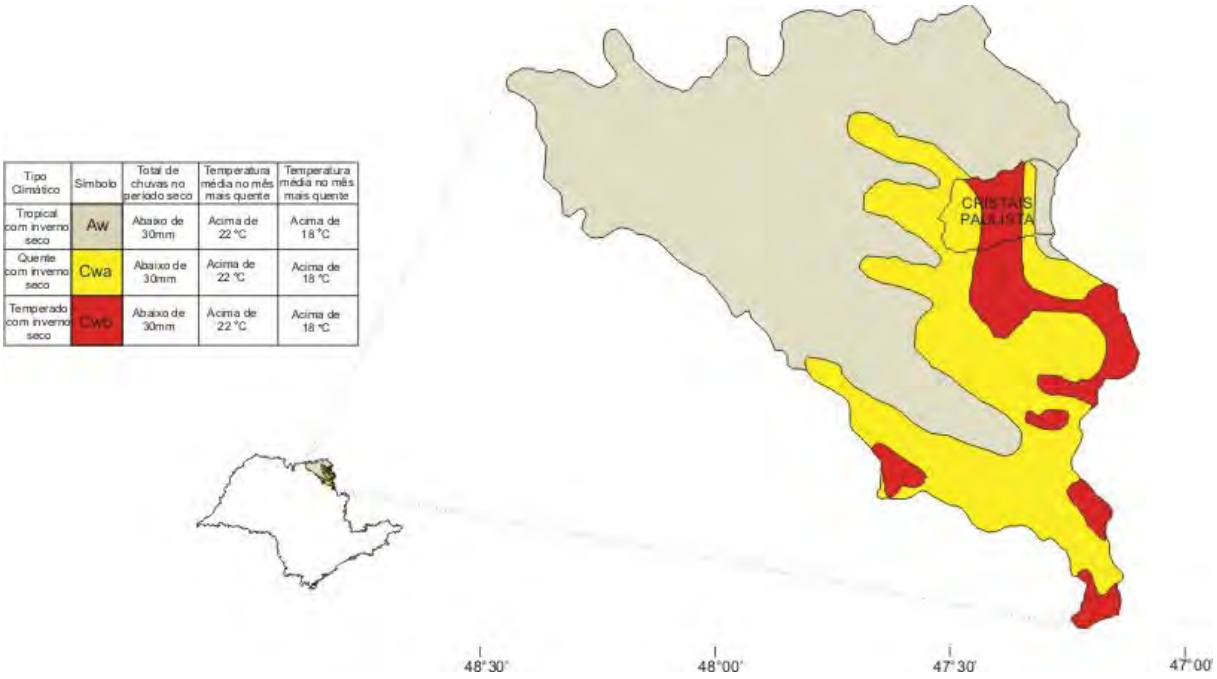


Figura 17: Tipos Climáticos de acordo com a classificação de Köeppen na Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande (Fonte: IPT, 2000)

A partir de dados retirados do CIIAGRO (2008), foi possível realizar análises quanto à deficiência hídrica da média histórica de 12 anos (1993 a 2005), para constatar algum padrão no clima do município. O período de análise não pôde ser maior devido aos dados apresentarem-se deficientes no ano de 2006 e por não existirem informações anteriores a 1993. Analisando-se a média mensal de precipitação e evapotranspiração potencial de 12 anos, é possível detectar que há dois períodos – um nos meses de março e abril e outro entre o início de maio e final de setembro, em que pode ser notada uma deficiência fisiológica para as plantas (na Figura 18, com destaque em amarelo).

Observa-se que o município enfrenta duas fases climáticas bem distintas, sendo uma entre outubro e meados de março onde pode ser observado um excedente hídrico (mais acentuado em dezembro e janeiro) e uma fase de seca onde ocorrem chuvas, mas estas não são o suficiente para o armazenamento para disponibilização de água para as plantações. Por isso, o planejamento do plantio em áreas onde não há sistemas de irrigação deve ser cuidadosamente realizado.

Entre maio e setembro não são indicados o início de plantios em localidades onde não há sistemas de irrigação disponíveis, já que se enfrentam quase 5 meses de deficiência hídrica.

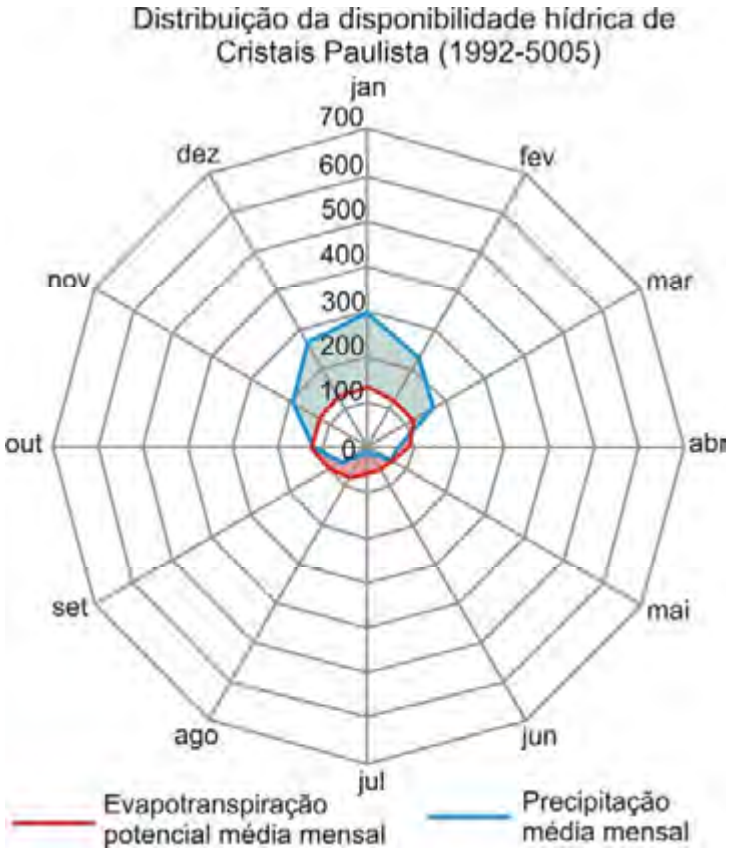


Figura 18: Climograma da média histórica de 12 anos (1993-2005) com a precipitação média mensal e a evapotranspiração potencial média mensal, podendo-se verificar na hachura em vermelho o período de déficit hídrico e em hachura azul a época excedente de água no solo (CIIAGRO, 2009).

Os climogramas anuais de 1993 a 2005 encontram-se no Anexo 1. Os dados pluviométricos e de evapotranspiração potencial foram obtidos de CIIAGRO (2009), cujos dados foram coletados em Cristais Paulista. A análise de cada ano pode nos indicar algumas tendências cíclicas do sistema climático que ocorrem no município, como é o caso do El Niño e La Niña. Estes fenômenos climáticos afetam de maneira mais marcante o sul da América do Sul, compreendendo o sul do Brasil (inclusive o estado e São Paulo, Rio de Janeiro e Mato Grosso do Sul), Uruguai, Argentina e Chile, causando uma variação forte nas taxas de precipitação entre um ano e outro caracterizando anomalias (GRIMM et al., 2000).

Tais eventos podem ser causados pela mudança na disponibilidade de vapor d'água, na dinâmica dos movimentos verticais, e na estabilidade vertical do ar, ou a combinação de ambos os fatores (GRIMM et al., 2000).

Ropelewski et al. (1987 apud GRIMM 2003) detectou um aumento da precipitação no sudeste da América do Sul durante o verão em ano de El Niño. Nesta área, identificou-se uma anomalia da precipitação consistentemente positiva

de Novembro do ano quente até Fevereiro do ano seguinte (GRIMM et al., 2000). Durante o fenômeno de La Niña, não são encontradas diferenças significativas em relação ao El Niño, para a mesma região (ROGERS, 1988 apud GRIMM, 2003). Neste fenômeno, presenciou-se uma consistente anomalia negativa de Julho a Dezembro de anos mais frios (GRIMM et al., 2000).

Segundo CPTEC-INPE (2010), dentre o período analisados no presente estudo, os anos de ocorrência do fenômeno El Niño em escala mundial são: 1990 a 1993; 1994 a 1995; 1997 a 1998; 2002 a 2003; 2004 a 2005. Já a La Niña, ocorreu nos anos de: 1995 a 1996; 1998 a 2001.

É notável a apresentação dos fenômenos em Cristais Paulista em alguns anos, porém, em alguns casos não há a ocorrência do padrão climático de tais eventos, como é o caso do ano de 2000 que apresentou uma anomalia pluviométrica no mês de janeiro, que não condiz com o fenômeno La Niña.

4.1.7. FAUNA E FLORA

4.1.7.1. FLORA

Segundo Eiten (1994)8), além do clima, química e física do solo, disponibilidade de água e nutrientes, geomorfologia e topografia, a distribuição da flora é condicionada pela latitude, freqüência de queimadas, profundidade do lençol freático, pastejo e inúmeros fatores antrópicos (abertura de áreas para atividades agropecuárias, retirada seletiva de madeiras, queimadas como manejo de pastagens, etc).

A formação vegetal predominante na região é o cerrado, mas sofre também influência da mata de planalto (semidecidual) (TEIXEIRA, 2001).

CERRADO

A vegetação do bioma cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Em sentido fisionômico, floresta representa áreas com predominâncias de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo. O termo savana refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de um dossel contínuo. Já o termo campo designa áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, faltando árvores na paisagem.

O cerrado se apresenta em três diferentes formações: florestais, savânicas e campestres. Todas as classificações seguem de Sano & Almeida (1998).

Formações florestais:

- *Mata ciliar:* entende-se a formação florestal que acompanha os rios de médio e grande porte das regiões de cerrado em que, a vegetação arbórea não forma galerias. Em geral essa mata é relativamente estreita em ambas as margens, dificilmente ultrapassando 100m de largura. Ocorre geralmente sobre terrenos acidentados, podendo haver uma transição nem sempre evidente para outras fisionomias florestais, como a mata seca e o cerradão. As árvores, predominantemente eretas variam em altura de 20 a 25m com alguns indivíduos emergentes chegando a 30m. As espécies típicas são constantemente caducifólias, com algumas sempre verdes conferindo a mata um aspecto semidescíduo. Como espécies arbóreas freqüentes podem ser citadas: *Anadenanthera* spp. (angicos), *Apeiba tibourbou* (pau-de-jangada, pente-de-macaco), *Aspidosperma* spp. (perobas), *Tabebuia* spp. (ipês), *Cecropia pachystachya* (embaúba).
- *Mata de galeria:* entende-se como vegetação florestal que acompanha os rios de pequeno porte e córregos dos planaltos do Brasil central, formando corredores fechados (galerias) sobre o curso d'água. Geralmente localiza-se nos fundos dos vales ou nas cabeceiras de drenagem onde os cursos de água ainda não escavaram um canal definitivo (RATTER et al. 1973; SANO & ALMEIDA, 1998). Essa fisionomia é perenifólia, não apresentando caducifólia durante a estação seca. Quase sempre é circundada por faixas de vegetação não florestal em ambas as margens, e em geral ocorre uma transição brusca com formações savânicas e campestres. A altura média de estrato arbóreo varia entre 20 e 30m, apresentando uma superposição das copas que fornecem cobertura arbórea de 70 a 95%. De acordo com a composição florística e características ambientais, como topografia e variação na altura do lençol freático ao longo do ano, a mata de galeria pode ser de dois subtipos: mata de galeria inundável e mata de galeria não-inundável. Algumas espécies podem ser encontradas indistintamente nos dois subtipos como *Protium heptaphyllum* (breu ou almécega), *Estyrax camporum* (cuia-de-brejo), *Tapirira guianenses* (pau-pombo ou pombeiro), *Symplocos nitens* (congonha).

- *Mata seca:* estão incluídas as formações florestais caracterizadas por diversos níveis de caducifolia durante a estação seca, dependentes das condições químicas, físicas e principalmente da profundidade e tipo de solo. A mata seca não possui associação com cursos d'água, ocorrendo nos interflúvios em solos geralmente mais ricos em nutrientes. Em função do tipo de solo, da composição florística e da conseqüência de quedas de folhas no período seco, a mata seca pode ser de três subtipos: mata seca sempre-verde, mata seca semidecídua (a mais comum), e mata seca decídua. Em todos esses subtipos a queda de folhas contribui para o aumento da matéria orgânica do solo. A altura média do estrato arbóreo varia entre 15 e 25m. A grande maioria das árvores é ereta, com alguns indivíduos emergentes. Na época chuvosa as copas tocam-se fornecendo uma cobertura arbórea de 70 a 95%. Na época seca a cobertura pode ser inferior a 50% especialmente na mata decídua. O dossel fechado a época chuvosa desfavorece a presença de muitas plantas arbustivas, enquanto a diminuição da cobertura na época seca não possibilita a presença de muitas espécies epifíticas. Como espécies arbóreas freqüentes encontram-se *Amburana cearensis* (cerejeira, imburana) *Anadenanthera colubrina* (angico), *Cariniana estrellensis* (jequitibá), *Cassia ferrugínia* (canafístula-preta), *Myracrodruon urundeva* (aroeira). A mata seca decídua pode apresentar-se como um aspecto singular ao ocupar áreas rochosas de calcário, sendo denominadas "mata calcária". Tais áreas em geral são geralmente bem acidentadas e possuem composição florística ligeiramente diferente, apresentando espécies próprias, como *Cavanillesia arborea* (barriguda), *Chorisia speciosa* (paineira), *Spondias tuberosa* (umbuzeiro) e algumas espécies de Cactáceas e Aráceas.
- *Cerradão:* é uma formação florestal com aspectos xeromórficos tendo sido conhecido como "floresta xeromorfa". Caracteriza-se pela presença de espécies que ocorrem no cerrado sentido restrito e também por espécies de mata. Do ponto de vista fisionômico é uma floresta, mas floristicamente é mais similar a um cerrado. O cerradão apresenta dossel predominantemente contínuo com cobertura arbórea que pode oscilar de 50 a 90%. A altura média do estrato arbóreo varia de 8 a 15m, proporcionando condições de luminosidade que favorece a formação de estrato arbustivo e herbáceo diferenciados. Embora possa ser perenifólia, muitas espécies comuns ao

cerrado como *Caryocar brasiliense*, *Qualea grandiflora* apresentam caducifólia em determinados períodos da estação seca. De acordo com a fertilidade do solo o cerradão pode ser classificado como cerradão distrófico (solos pobres) ou cerradão mesotrófico (solos mais ricos), cada qual possuindo espécies características adaptadas a esse ambiente (RATTER et al*.,* 1978; RIBEIRO et al., 1982, 1985; ARAÚJO et al., 1989; RIBEIRO et al., 1990; SANO & ALMEIDA, 1998). De maneira geral as espécies arbóreas mais freqüentes no cerradão são *Caryoca brasiliense* (pequi), *Copaifera langsdorfii* (copaíba), *Emmotum nitens* (carvalho), *Hirtella glandulosa* (oiti), *Xylopia aromatica* (pindaíba o pimenta-de-macaco), *Dalbergia miscolobium* (jacarandá-do-cerrado), entre outros. Todas as espécies mencionadas podem ser encontradas em outras formações florestais ou savânicas.

Formações Savânicas:

- *Cerrado sentido restrito:* caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, e geralmente com evidências de queimada. Os arbustos e subarbustos encontram-se espalhados, com algumas espécies apresentando órgãos subterrâneos perenes (xilopódios), que permitem a rebrota após a queima ou corte. Na época chuvosa os estratos subarbustivos e herbáceos tornam-se exuberantes devido ao seu rápido crescimento. Os troncos das plantas lenhosas em geral possuem casca com cortiça grossa, fendida ou sulcada, e a gemas apicais de muitas espécies são protegidas por densa pilosidade. As folhas em geral são rígidas e coriáceas. Esses caracteres fornecem aspectos de adaptação a condições de seca (xeromorfismo). As espécies comuns são *Acosmium dasycarpum* (amargosinha), *Annona crassiflora* (araticum), *Byrsonima coccolobifolia* (murici), *Curatella americana* (lixeira), *Dimorphandra mollis* (faeveiro), *Hancornia speciosa* (mangaba), *Hymenaea stigonocarpa* (jatobá-do-cerrado), *Machaerium acutifoliun* (jacarandá), *Tabebuia aurea, Tabebuia ochracea* (ipê-amarelo), *Tocoyena formosa* (jenipapo-do-cerrado). Vários fatores parecem influir na densidade arbórea do Cerrado sentido restrito como as condições edáficas, pH e saturação de alumínio, fertilidade, condições hídricas e profundidade do solo, além da freqüência de queimadas e ações

antrópicas. Os reflexos desses fatores aparecem na estrutura, na distribuição espacial dos indivíduos lenhosos e na composição florística da vegetação.

- *Campo de cerrado*: é caracterizada pela ocorrência de árvores agrupadas em pequenas elevações do terreno, algumas vezes imperceptíveis, conhecidas como “murundus” ou “monchões”. As árvores possuem altura média de 3 a 6m e formam uma cobertura arbórea de 5 a 20%. Os “murundus” são elevações convexas bastante características que variam em média de 0,1 a 1,5m de altura e 0,2 a mais de 20m de diâmetro e acreditam-se estar vinculados à atividade dos cupinzeiros. A flora que ocorre nos “murundus” é similar a que ocorre no cerrado sentido restrito, porém com espécies que provavelmente apresentam maior tolerância à saturação hídrica do perfil do solo. Entre as espécies arbóreas mais freqüentes pode-se citar *Alibertia edulis, Andira cuyabensis, Caryoca brasiliense, Curatella americana, Dipteryx alata, Eriotheca gracilipes*. Das espécies arbustivas-herbáceas citam os gêneros Allagoptera, Annona, Bromélia e Vernonia.
- *Palmeiral:* caracterizada pela presença marcante de uma única espécie de palmeira arbórea. Nessa fitofisionomia praticamente não existem árvores dicotiledôneas, embora essas possam ocorrer com freqüência baixa. Em geral os palmeirais do cerrado encontram-se em terrenos bem drenados, embora também ocorram em terrenos mal drenados, onde pode haver a formação de galerias acompanhando as linhas de drenagem (EITEN 1983). A espécie dominante em palmeirais de solos bem drenados pertence a gêneros como *Acrocomia, Attalea* ou *Syagrus*. A presença de *Attalea speciosa* (babaçu) associa-se fortemente a áreas antropizadas. Em geral o palmeiral caracteriza-se por altura média de 8 a 15m e sua cobertura de copa varia de 30 a 80%, dependendo da espécie de palmeira encontrada.
- *Vereda:* é a fitofisionomia com a palmeira arbórea *Mauritia flexuosa* (buriti) emergente, em meio a agrupamentos mais ou menos densos de espécies arbustivo-herbáceas. As veredas são circundadas por campo limpo, geralmente úmido. São encontradas em solos hidromóficos, saturados durante a maior parte do ano. Geralmente ocupam vales e áreas planas, acompanhando linhas de drenagens mal definidas. Também são comuns em uma posição intermediária do terreno, próximas às áreas das nascentes, ou na borda de matas de galerias. Elas exercem papel fundamental na

manutenção da fauna do cerrado, funcionando como local de pouso para a avifauna, atuando como refúgio, abrigo, fonte de alimento e local de reprodução também para fauna terrestre e aquática (CARVALHO, 1991). Algumas espécies freqüentemente encontradas nas áreas mais úmidas da vereda são Poaceae, Cyperaceae e Eriocaulaceae. São comuns também alguns gêneros de Melastomataceae, ocorrendo como arbustos ou arvoretas. A altura média varia de 12 a 15m e a cobertura arbórea de 5 a 10%.

Formações Campestres:

- *Campo Sujo:* é um tipo fisionômico exclusivamente herbáceo-arbustivo, com arbustos e subarbustos esparsos cujas plantas, muitas vezes são constituídas por indivíduos menos desenvolvidos das espécies arbóreas do cerrado sentido restrito. A fisionomia é encontrada em solos rasos, eventualmente com pequenos afloramentos rochosos de pouca extensão, ou ainda em solos profundos e de baixa fertilidade. As famílias mais frequentemente encontradas é Poaceae e Cyperaceae, todas com aspecto graminóide. A composição florística e a importância fitossociológica do campo sujo podem diferir se o solo for bem ou mal drenado. A altura média é de 2m e a cobertura arbórea é menor que 5%.
- *Campo Rupestre:* é um tipo fitofisionômico predominantemente herbáceo-arbustivo, com presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas de até 2m de altura. Abrange um complexo de vegetação que agrupa paisagens em microrrelevos com espécies típicas, ocupando trechos de afloramentos rochosos. Geralmente ocorre em altitudes superiores a 900 metros, em áreas onde há ventos constantes, dias quentes e noites frias (SANO & ALMEIDA, 1998). Ocorre geralmente em solos ácidos e pobres em nutrientes. A composição florística em áreas de campo rupestre pode variar em poucos metros de distância, e a densidade das espécies depende do substrato (profundidade do solo, fertilidade, disponibilidade de água, etc.). Algumas espécies podem crescer diretamente sobre as rochas, sem que haja solo, como ocorre a algumas Araceae e Orchidaceae. A flora é típica, independente das condições edáficas restritivas e do clima peculiar. Entre as espécies comuns há inúmeras características xeromórficas como folhas pequenas, espessadas e coriáceas, além de folhas densamente opostas cruzadas,

determinando uma coluna quadrangular (SANO & ALMEIDA, 1998). As famílias mais freqüentes são Asteraceae, Bromeliaceae, Cactaceae, Cyperaceae, Myrtaceae, Poaceae, dentre outras.

- *Campo Limpo:* é uma fitofisionomia predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência completa de árvores. Pode ser encontrado em diversas posições topográficas, com diferentes variações no grau de umidade, profundidade e fertilidade do solo. As famílias mais encontradas são Burmanniaceae, Cyperaceae, Droseraceae, Iridaceae, Orchidaceae e Poaceae.

A fisionomia da vegetação de cerrado apresenta-se esquematizada na Figura 19 a seguir.

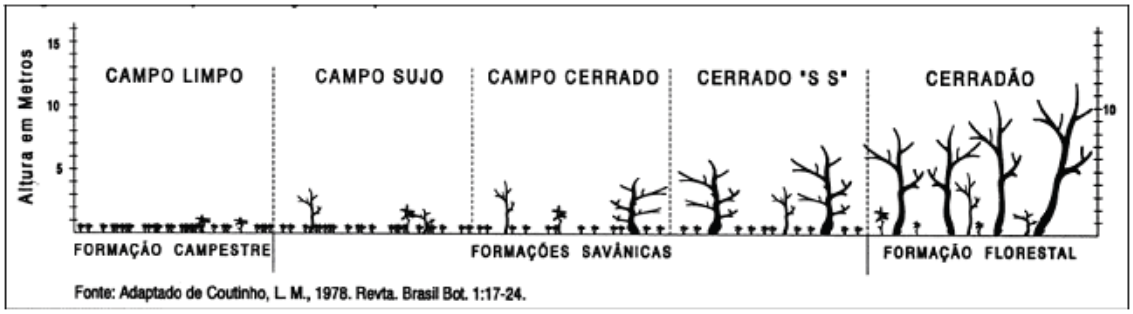


Figura 19: Representação esquemática das fisionomias do Cerrado (Fonte: COUTINHO, 1978).

MATA DE PLANALTO (SEMIDECIDUAL)

A vegetação de Mata de Planalto é composta por florestas que, originalmente, recobriam a maior parte do interior do Estado de São Paulo. São formadas por muitas espécies diferentes, ocorrendo em diversos tipos de solo, em geral mais secos. Encontram-se longe de cursos d´água ou beirando rios que têm barrancos muito altos onde não existe a possibilidade de ocorrer encharcamento. São florestas de árvores altas, de 20 a 25m, onde aparecem com maior freqüência as madeiras de lei, como Cedro, Pau-marfim, Pau d'alho, Cabreúva, Guarantã, Aroeira, Peroba, as Canelas, e os Jequitibás que podem alcançar até 30 metros de altura. Nessas florestas, muitas espécies, como o próprio jequitibá, por exemplo, perdem as folhas nas épocas mais secas do ano. As matas de planalto ocorrem bastante fragmentadas e geralmente estão associadas às matas ciliares. Algumas espécies de cerrado aparecem associadas às matas de planalto, porém, com menor

abundância. Outras são encontradas nas bordas ou próximas das matas de planalto sobre solos de menor fertilidade (TEIXEIRA, 2001).

Segundo a literatura encontrada, em Cristais Paulista uma das principais unidades fitofisiográficas presentes é floresta paludosa (florestas hidrófilas ou matas de brejo), que caracteriza-se por desenvolvimento em solos hidromórficos, sujeitas a presença quase permanente de água superficial no solo. Ocorrem, principalmente, em várzeas, nascentes e depressões. Por serem restritas a áreas superficialmente encharcadas, encontram-se naturalmente fragmentadas (TONIATO et al. 1998). Nas matas de brejo muito perturbadas da microbacia do Ribeirão dos Cristais, não há um dossel estabelecido e a espécie predominante é *Tapirira guianensis* (peito de pombo). Indivíduos jovens de *Croton urucurana* (sangra d'água) e *Cecropia pachystachya* (embaúba) forma encontradas em algumas áreas desprovidas de vegetação e com solo permanentemente encharcado, indicando que essas espécies são colonizadoras deste tipo de ambiente (TEIXEIRA, 2001).

A maioria dos campos úmidos (subtipo de campo sujo) na microbacia é fruto de atividades antrópicas em locais de solo encharcado, onde o fluxo de água foi interrompido por represamentos ou construção de estradas não pavimentadas (TEIXEIRA, 2001).

Segundo Teixeira & Rodrigues (2006), as espécies encontradas nas matas galerias da região em comum com os cerrados evidenciam a importante contribuição desse domínio vegetacional circundante para a flora da floresta de galeria e corrobora as observações de Oliveira Filho et a. (1995, *apud.* TEIXEIRA & RODRIGUES, 2006) de que muitas espécies generalistas são compartilhadas por florestas de galeria e cerrados.

Além da influência do cerrado sobre a flora da floresta de galeria estudada, a análise de similaridade florística demonstrou uma maior semelhança dessa floresta com as florestas ribeirinhas situadas nas cotas mais altas de altitude (acima de 825 metros), principalmente no sul de Minas Gerais (florestas semidecíduas aluviais), na região do alto Rio Grande, e, secundariamente, com aquelas situadas no Distrito Federal (florestas de galeria). As maiores semelhanças com as florestas ribeirinhas de Minas Gerais podem ser atribuídas à proximidade geográfica, à inserção das florestas na mesma bacia hidrográfica (Rio Grande) e aos valores altitudinais próximos, que condicionariam climas semelhantes (TEIXEIRA & RODRIGUES, 2006).

A localização de fragmentos de vegetação natural dentro da UGRHI 08 apresenta-se na Figura 20, a seguir.

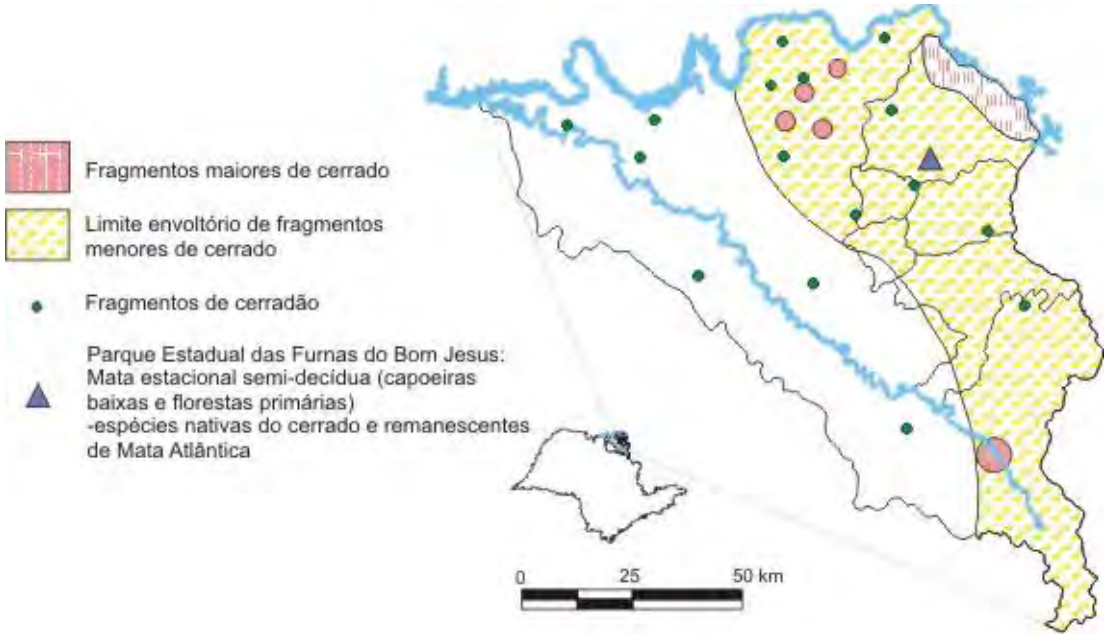


Figura 20: Padrões de vegetação natural na UGRHI 08 (Fonte: IPT, 2000).

4.1.7.2. FAUNA

A fauna do bioma do cerrado é pouco conhecida, particularmente a dos invertebrados. Seguramente ela é muito rica, destacando-se naturalmente o grupo dos Insetos. Quanto aos vertebrados, o que se conhece são, em geral, listas das espécies mais freqüentemente encontradas em áreas de cerrado, pouco se sabendo da História Natural desses animais, do tamanho de suas populações, de sua dinâmica etc. Só muito recentemente estão surgindo alguns trabalhos científicos, dissertações e teses sobre estes assuntos. Excetuando-se a maioria das aves, segundo alguns autores a fauna do cerrado caracteriza-se, em geral, pelos seus hábitos noturnos e fossoriais ou subterrâneos, tidos como formas de escapar aos rigores do tempo reinantes durante as horas do dia. Todavia, há autores que não concordam que isto seja uma característica da fauna do cerrado. Embora consideradas ausentes, espécies umbrófilas talvez ocorram no interior de cerradões mais densos, onde predomina a sombra e certamente sob o estrato herbáceo-subarbustivo. Segundo diversos zoólogos, parece não haver uma fauna de vertebrados endêmica, restrita ao bioma do cerrado. De um modo geral estas

espécies ocorrem também em outros tipos de biomas. Todavia, entre pequenos roedores e pássaros existem diversos endemismos, em nível de espécies pelo menos (COUTINHO, 2008).

Embora a mais recente revisão da fauna de mamíferos aponte um número de espécies maior do que as compilações anteriores – cerca de 199 espécies para o bioma (AGUIAR, 2000; KLINK & MACHADO, 2005), a riqueza do grupo ainda é relativamente pequena. Os mamíferos estão principalmente associados ou restritos aos fragmentos florestais ou matas de galeria (KLINK & MACHADO, 2005). A avifauna é rica (mais de 830 espécies), mas o nível de endemismo é baixo (3,4%). Os números de peixes, répteis e anfíbios são elevados. A diversidade de formas endêmicas da herpetofauna é numericamente muito superior à das aves.

Dentre os vertebrados de maior porte encontrados em áreas de cerrado, podem ser citados a jibóia, a cascavel, várias espécies de jararaca, o lagarto teiú, a ema, a seriema, a curicaca, o urubu comum, o urubu caçador, o urubu-rei, araras, tucanos, papagaios, gaviões, o tatu-peba, o tatu-galinha, o tatu-canastra, o tatu-de-rabo-mole, o tamanduá-bandeira e o tamanduá-mirim, o veado campeiro, o cateto, a anta, o cachorro-do-mato, o cachorro-vinagre, o lobo-guará, a jaritataca, o gato mourisco, e muito raramente a onça-parda e a onça-pintada (COUTINHO, 2008).

Os invertebrados são muito pouco conhecidos, mas estimativas sugerem uma riqueza em torno de 90.000 espécies (DIAS, 1992) sendo a presença de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins da região Neotropical (KLINK & MACHADO, 2005). A despeito dessa elevada biodiversidade, a atenção reservada para sua conservação tem sido muito menor que aquela dispensada à Amazônia ou à Mata Atlântica. Somente 2,2% do bioma estão legalmente protegidos e existem estimativas indicando que pelo menos 20% das espécies endêmicas e ameaçadas permanecem fora dos parques e reservas existentes (KLINK & MACHADO, 2005).

Entre os invertebrados, pesquisas futuras mostrarão seguramente muitas espécies endêmicas. Neste grupo da fauna merece especial destaque o Filo Arthropoda e entre estes a Classe Insecta. Os cupins, insetos da Ordem Isoptera, Família Termitidae, são de grande importância seja pela sua riqueza em gêneros e espécies, seja pelo seu papel no fluxo de energia do ecossistema, como herbívoros vorazes que são e servindo de alimento para grande número de predadores (tamanduá, tatu, cobra-de-duas-cabeças, lagartos, etc.). Ordem de grande importância é a dos Hymenoptera, onde se destacam as Famílias Formicidae

(formigas), como as saúvas (Gênero Atta), por exemplo, e Apidae (abelhas), esta última pelo seu importante papel na polinização das flores. Os gafanhotos (Ordem Orthoptera, Família Acrididae) também apresentam grande riqueza de espécies e significativa importância como herbívoros (COUTINHO, 2008).

4.1.8. ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

4.1.8.1. HISTÓRICO

DESENVOLVIMENTO REGIONAL

O Nordeste Paulista teve o início de seu povoamento ligado à descoberta das minas goianas, que acirraram o fluxo de pessoas transitando no Caminho de Goiás e, conseqüentemente, a instalação dos primeiros pousos para os viajantes. Posteriormente, nas primeiras décadas do século XIX, a região recebeu os habitantes oriundos de Minas Gerais, que se estabeleceram na região exercendo atividades em lavouras de subsistência e principalmente pecuária. A produção não se limitava ao abastecimento local, mas também se destinava às províncias vizinhas, principalmente Minas Gerais, Goiás e Rio de Janeiro (GARAVAZO, 2006).

Atribuiu-se aos mineiros, denominados “entrantes”, a maior responsabilidade pelo adensamento populacional e desenvolvimento econômico da região. Essa expansão se iniciou no contexto da insuficiência da atividade mineradora (GARAVAZO, 2006).

A atração pelo território paulista, em especial pela área delimitada pelos rios Pardo e Grande, não só ocorreu pela qualidade e quantidade de terras disponíveis na região, mas também pelo cerrado natural, facilmente aberto a fogo, que favoreciam a pecuária e sua localização num planalto alto de clima mais ameno. Além disso, era fundamental que a produção fosse comercializada com facilidade. O Caminho de Goiás, que cruzava a região, serviria exatamente para o escoamento da produção das fazendas ali instaladas (GARAVAZO, 2006).

Os entrantes mineiros reproduziram o modelo econômico típico do sul de Minas: diversificação da produção, auto-suficiência interna e vínculos com o comércio regional (OLIVEIRA, 2006).

Em meados do século XIX já havia um núcleo urbano incipiente em Franca, possibilitando comércio de gado, sal e outras mercadorias para os viajantes que iam de São Paulo para o Brasil central por meio do Caminho de Goiás. Esse fato, unido

à expressiva atividade de criação de gado de corte na região, acabou por estimular o surgimento de atividades voltadas para o aproveitamento do couro. Os artesãos locais produziam selas, arreios, laços e “sapatões” usados por trabalhadores rurais. Em 1850 havia 17 oficiais de sapateiro e em 1865, 32. A produção aumentou mais ainda com a expansão ferroviária no final do século XIX, que trouxe muitos trabalhadores rurais com a entrada do café (GARAVAZO, 2006).

O café, em seu avanço na Província de São Paulo, ocupou, primeiramente, o Vale do Paraíba, chegando depois aos solos férteis do Oeste e do Norte de Campinas. Nesse processo, o café teve, nas ferrovias, um parceiro constante: ora a chegada dos trilhos influenciava o avanço da fronteira agrícola, ora as novas lavouras condicionavam a construção dos ramais. No nordeste paulista a cafeicultura gerou grande impacto: as matas foram substituídas por cafezais, processo acompanhado pelo crescimento populacional decorrente da chegada de investidores e de trabalhadores. Em Franca, a chegada dos trilhos da Mogiana, em 1887, foi responsável pelo plantio do café em larga escala, porém, não promoveu a erradicação das atividades tradicionais destinadas ao mercado interno e não gerou um domínio monocultor. Inserido em propriedades rurais, com estruturas produtivas tradicionalmente voltadas para o abastecimento interno, o café, em Franca, passou a ser mais uma das atividades dessa economia diversificada (OLIVEIRA, 2006).

HISTÓRICO DO MUNICÍPIO DE CRISTAIS PAULISTA

No início do século XX, Alexandre Vilela doou parte de suas terras para a formação da cidade. Para tanto, houve a preocupação de alinhar as ruas e aplainar os terrenos, a fim de obter um traçado regular onde aos poucos surgiu a povoação com capela, estação ferroviária da Estrada de Ferro Mogiana, hoje desativada, construções residenciais e comerciais (IBGE, 2008).

O distrito recebeu os benefícios da energia elétrica em 1913 e a construção da atual igreja, em devoção à Nossa Senhora da Abadia, teve início em 1920 (IBGE, 2008).

Em 28 de julho de 1910, a lei estadual n° 1.202 criou o “distrito Crystaes”, subordinado ao município de Franca. Teve o nome alterado para Guapuã, no dia 30 de novembro de 1944, pelo decreto estadual nº 14.334, permanecendo ainda como distrito de Franca. O reconhecimento como município só se deu em 18 de fevereiro de 1959, pela lei estadual nº 5.285 e o nome foi alterado para Cristais Paulista pela

lei nº 8.092, de 28 de fevereiro de 1964. Assim sendo, tem a denominação gentílica de cristalense (IBGE, 2008).

O nome “Cristais” originou-se do córrego homônimo que margeia a cidade, em cujo leito encontrava-se grande quantidade de pedras cristalizadas de várias cores. O adjetivo “Paulista” foi dado para diferenciar do município de mesmo nome no Estado de Minas Gerais (IBGE, 2008).

4.1.8.2. POPULAÇÃO

Cristais Paulista possui um território de 385 km² e, de acordo com o censo de 2007, possui 7.005 habitantes, obtendo um crescimento de 6,4% desde 2001 (IBGE, 2008). A população estimada para o ano 2009 chegou a 7.436 habitantes (IBGE, 2009).

Cristais Paulista é o 1289º município de acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano, índice este que passou de 0,697 em 1991 para 0,771 em 2001 (PNUD, 2009).

No censo de 2001, o município possuía 6.579 habitantes. Através das Figuras 21 e 22, é possível observar que a população jovem é predominante, principalmente na faixa entre os 10 e 19 anos. Porém, uma menor quantidade de crianças de 0 a 10 anos pode levar a indícios de uma queda na fecundidade, o que é de certa forma correspondente com o panorama nacional do ano de 2000, onde a pirâmide etária inicia um processo de estreitamento na base, levando ao envelhecimento da população (CARVALHO & GARCIA, 2003). Para se obter certeza sobre esta questão, é necessário fazer uma análise mais detalhada, que não é o enfoque do presente trabalho.

A quantidade de pessoas que freqüentaram creches ou escola no ano de 2001 foi 2.179. Isto representa um número significativo da população jovem do município, de 0 a 19 anos, que possuía um total de 2.655 pessoas.

O nível de escolaridade da população pode ser observado na Tabela 7. É importante ressaltar que os dados resultaram do total de 5.354 pessoas residentes no ano de 2001, com idade superior a 10 anos.

A faixa salarial e a respectiva população que possui rendimento mensal, totalizando 3.517 pessoas no ano de 2001, apresentam-se na Tabela 8 e as proporções de pessoas em cada faixa, na Figura 23. O total de pessoas que não possui nenhum rendimento mensal é de 1.837. A média dos rendimentos mensais

na população era de R$474,68. Para as mulheres, a média é de R$322,84 e para os homens, R$556,43 (IBGE, 2008).

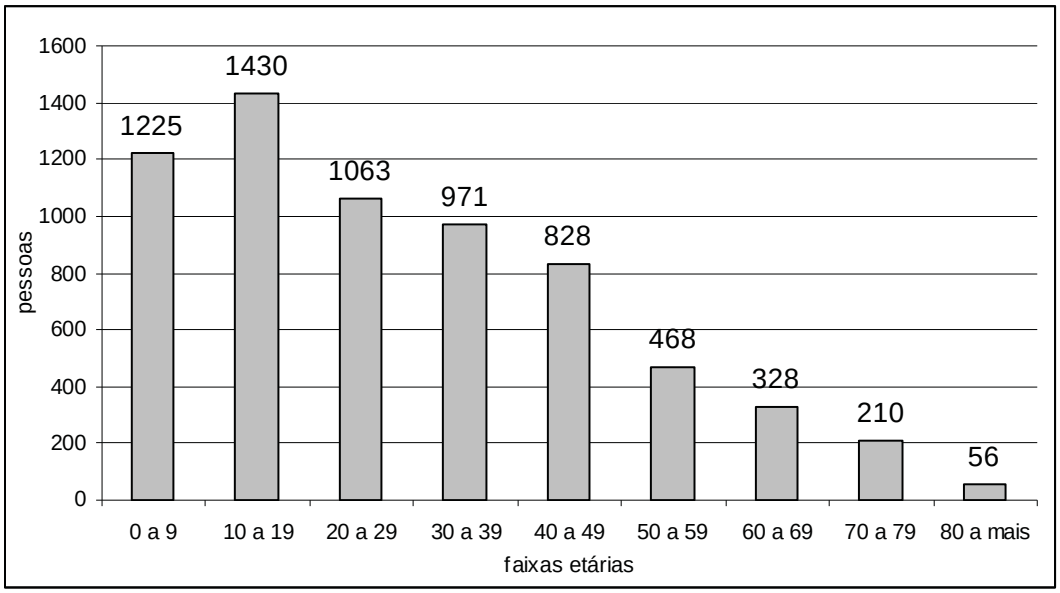


Figura 21: Distribuição da população de Cristais Paulista por classe etária em 2001 (Fonte: IBGE, 2002).

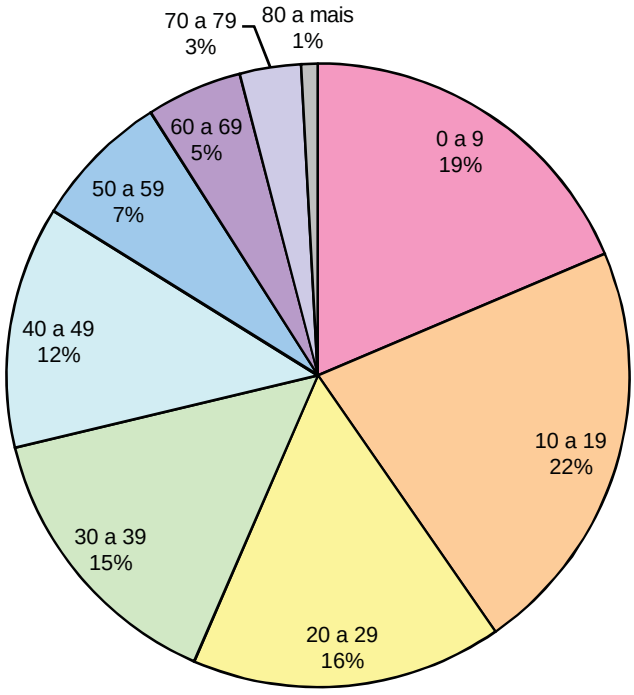


Figura 22: Proporção das faixas etárias na população de Cristais Paulista (IBGE, 2008).

Tabela 7: Quantidade de anos dedicados à educação pela população residente com 10 anos ou mais em 2001 (Fonte: IBGE, 2008)

Quantidade de anos de estudo	Número de pessoas
sem instrução e menos de 1 ano de estudo	484
1 a 3 ano de estudo	1.101
4 a 7 anos de estudo	2.259
8 a 10 anos de estudo	892
11 a 14 anos de estudo	496
mais de 15 anos de estudo	101

Tabela 8: Faixas salariais e respectivo número de pessoas de Cristais Paulista que recebem tais salários com mais de 10 anos em 2001 (Fonte: IBGE, 2008).

Faixa salarial	Número de pessoas
Até 1 salário mínimo	931
De 1 a 2 salários mínimos	1206
De 2 a 3 salários mínimos	505
De 3 a 5 salários mínimos	426
De 5 a 10 salários mínimos	333
De 10 a 20 salários mínimos	64
Mais de 20 salários mínimos	52

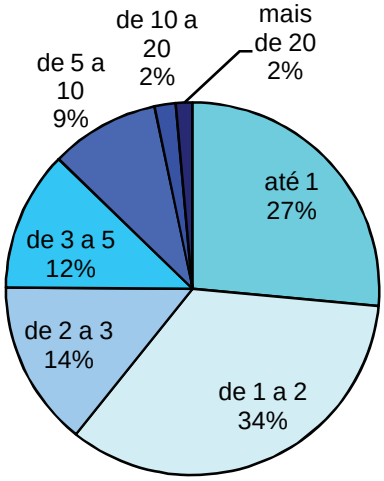


Figura 23: Proporção da população e suas respectivas faixas salariais do município de Cristais Paulista em 2001 (Fonte: IBGE, 2008).

4.1.8.3. AGRICULTURA E PECUÁRIA

No censo agropecuário realizado de 2007/2008, foi constatado que o município de Cristais Paulista contava com 548 unidades de produção agropecuárias (UPAs) que somam 37.373,3 hectares. Destes, 6.834,2 hectares apresentam lavouras perenes, o que resulta em 318 UPAs; 6.976,3 hectares são de lavouras temporárias, sendo um total de 277 UPAs; 16.731 hectares são pastagens divididas em 476 UPAs; 599,2 hectares correspondem à área de reflorestamento, ocupando 87 UPAs; 5.064,0 hectares são de vegetação natural, presentes em 494 UPAs; 100,2 hectares apresentam vegetação de brejo e várzea, ocorrendo em 32 UPAs; 73,5 hectares são área de descanso, presentes em 2 UPAs e 994,7 hectares são áreas complementares, ocorrendo em 515 UPAs (CATI, 2009). A porcentagem do tipo de uso da área rural por hectares é explicitada na Figura 24 abaixo.

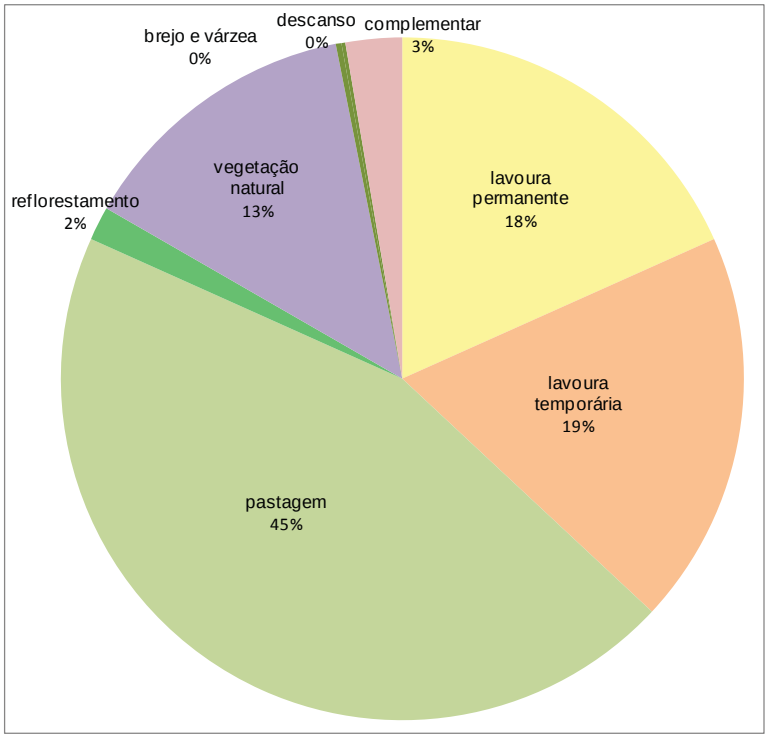


Figura 24: Percentual de cada atividade agropecuária em 2007/2008, no município de Cristais Paulista (Fonte: CATI, 2009)

Pode-se observar que a pastagem é a atividade mais praticada entre os proprietários rurais do município, apresentando além de maior área de uso da terra, a maior quantidade de propriedades rurais.

As propriedades rurais do município estudadas pela CATI (2009) apresentam variadas extensões, sendo predominantes áreas de 20 a 50 hectares como pode ser observado pela Figura 25.

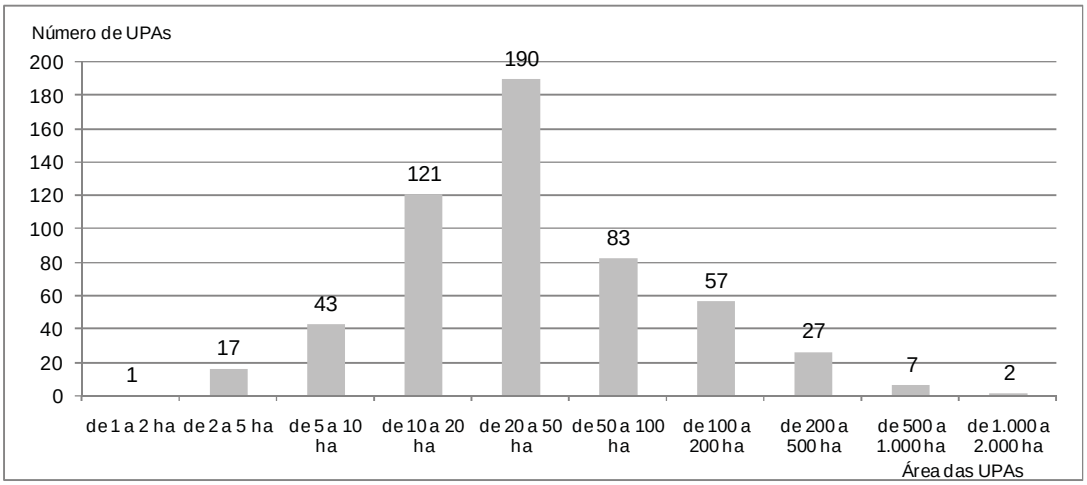


Figura 25: Quantidade de propriedades rurais do município de Cristais Paulista contados de acordo com as áreas em hectares (CATI, 2009).

Os cultivos perenes e temporários em Cristais Paulista, foram listadas no censo agropecuário de 2007/2008 da CATI (2009) e apresenta-se na Tabela 9 a seguir, de acordo com a ocorrência em propriedades rurais e sua área destinada:

Tabela 9: Cultivos existentes no município de Cristais Paulista, quantidade de propriedades com sua ocorrência e a área total destinada em 2007/2008 (CATI,2009).

Cultivo	Número de UPAs	Área total (ha)
Braquiária	460	15.634,9
Café	287	6.405,6
Cana-de-açúcar	179	3.735,9
Milho	118	2.027,6
Soja	10	889,4
Eucalipto	87	599,2
Gramas	25	394,4
Colonião	24	341,4
Laranja	1	340,0
Capim-jaragua	12	157,8
Capim-napier (ou campim-elefante)	78	124,8
Milho-silagem	14	124,4
Sorgo	2	124,2
Outras gramíneas para pastagem	13	77,9
Banana	7	60,9
Mandioca	11	27,6
Bucha	4	22,2
Pomar doméstico	46	16,1
Feijão	2	9,3
Abacate	1	5,6
Viveiro de café	4	4,2
Milh-doce	1	3,2
Tomate envarado	2	2,7
Abóbora	2	2,5
Seringueira	1	1,5
Chuchu	3	1,4
Ervas medicinais e aromáticas	1	1,0
Horta doméstica	5	1,0
Arroz	1	0,6
Maracujá	1	0,6

A criação de animais também se faz presente no município de Cristais Paulista. O tipo de atividade pecuária, a quantidade de UPAs praticantes e a produção total apresenta-se na Tabela 10, a seguir:

Tabela 10: Criação de animais, sua presença nas UPAs e a quantidade de animais no município de Cristais Paulista (CATI,2009).

Item	Unidade	Número de UPAs	Total
Bovinocultura de corte	cabeças	191	12.519
Bovinocultura de leite	cabeças	35	1.344
Bovinocultura mista	cabeças	230	10.677
Asininos e muares	cabeças	32	111
Avicultura de corte	cab./ano	9	1.541.148
Avicultura ornamental	cabeças	249	16.744
Caprinocultura	cabeças	8	325
Equinocultura	cabeças	271	945
Ovinocultura	cabeças	4	205
Piscicultura, área de tanques	m^2	6	23.754
Suinocultura	cabeças	128	9.019

Constatou-se que em 402 UPAs há a utilização da mão-de-obra de parentes do proprietário, totalizando 596 pessoas, e que 301 UPAs possuem trabalhadores permanentes, totalizando 871 pessoas. Em 124 UPAs o proprietário reside na própria UPA. O nível de escolaridade dos proprietários apresenta-se na Tabela 11 a seguir (CATI, 2009).

Tabela 11: Nível de escolaridade dos proprietários das UPAs e sua proporção com relação à amostragem das UPAs em Cristais Paulista (CATI, 2009).

Nível de escolaridade do proprietário	Número de UPAs	%
Sem instrução ou com instrução incompleta	16	2,92
Com o antigo primário completo	150	27,37
Com 1^o grau completo	110	20,07
Com 2^o grau completo	155	28,28
Com curso superior completo	117	21,35

4.1.8.4. EMPRESAS EM 2005

De acordo com o Cadastro Central de Empresas de 2006, foram registradas as seguintes atividades empresariais: agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal; indústria de transformação; comércio, reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos; alojamento e alimentação; transporte, armazenagem e comunicação; intermediação financeira, seguros, previdência complementar e serviços relacionados, atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas; educação; outros serviços coletivos, sociais e pessoais (IBGE, 2008). As quantidades das unidades empresariais e da mão-de-obra assalariada e não-assalariada do ano de 2006 apresentam-se na Tabela 12, a seguir.

Tabela 12: Atividades empresariais, quanto ao número de estabelecimentos, mão-de-obra assalariada e não-assalariada do município de Cristais Paulista no ano de 2006 (IBGE, 2008).

Atividade	Número de unidades locais	Pessoal ocupado total	Pessoal ocupado assalariado
Agricultura, pecuária, silvicultura e exploração florestal	13	119	104
Indústria de transformação	27	141	117
Comércio, reparação de veículos automotores, objetos pessoais e domésticos	93	147	86
Alojamento e alimentação	19	16	3
Transporte, armazenagem e comunicação	7	8	6
Intermediação financeira, seguros, previdência complementar e serviços relacionados	3	6	6
Atividades imobiliárias, aluguéis e serviços prestados às empresas	15	20	6
Educação	3	7	7
Outros serviços coletivos, sociais e pessoais	25	40	36

4.1.8.9. PRODUTO INTERNO BRUTO MUNICIPAL

No ano de 2006, o valor adicionado pela agropecuária no município de Cristais Paulista foi de R$32.704.000,00; pela indústria foi de R$8.120.000,00 e pela prestação de serviços foi de R$66.828.000,00. Os impostos sobre produtos líquidos de subsídio somaram R$9.523.000,00. Assim, o PIB do ano de 2006 apresentou a preço de mercado corrente o valor de R$117.175.000,00 com o PIB per capita de R$16.126,00 (IBGE,2008).

4.2. Valoração de Terras pelo Método de Storie (1997)

Para a realização da valoração de terras utilizou-se das informações geoambientais descritos no *item 1.2.*. Para cada fator de análise da Metodologia de Storie (1997), foi gerada uma carta temática para que, por métodos de SIG, pudessem ser sobrepostos. Desta maneira, os valores dos fatores puderam ser calculados para gerar um mapa final de áreas homogêneas que contém o mesmo valor.

4.2.1. FATOR A

A ordem dos solos tratados segue a ordem cronológica da litologia da qual o solo foi originado. A base cartográfica para a delimitação das zonas com os valores para o Fator A é o Mapa de Solos de Bartolomeu (2009), apresentado como Figura 14. Cada tipo de solo mapeado recebeu o valor, sendo que a sua determinação baseou-se na lógica descrita nos *itens 4.2.1.1* a *4.2.1.12.*, sendo importante ressaltar que o valor concebido foi de acordo com as características particulares encontrados nos solos desta região, não sendo recomendável ampliar estas análises para solos que recebem a mesma denominação, mas que ocorrem em outras regiões, devido à possibilidade de encontrarem-se propriedades distintas daquelas de Cristais Paulista.

4.2.1.1. NEOSSOLO QUARTZARÊNICO RETRABALHADO

Solo formado pelo depósito resultante do intemperismo das rochas da Formação Botucatu, podem ser divididos em dois tipos denominado por Bartolomeu (2009) como Neossolo Quartzarênico da Aloformação Onça e Neossolo Quartzarênico Litólico. Ambos são constituídos por grãos de quartzo de granulometria bimodal, no entanto, o primeiro apresenta-se como depósito retrabalhado que ocorrem em taludes mistos e o segundo relacionado à exposição do material rochoso predominantemente arenoso ao intemperismo, ocorrendo em taludes retilíneos, sendo então mapeado conjuntamente com o Neossolo Litólico.

Dessa maneira, o Neossolo Quartzarênico da Aloformação Onça apresenta material silto-argiloso, interpretado como sendo de contribuição da Formação Itaqueri. Este apresenta também grãos de areia foscos, bem arredondados e bimodais, facilmente identificáveis como pertencentes à Formação Botucatu.

Portanto, estas classes de solos são classificadas como pertencentes ao Grupo de perfis VIII, cuja valoração depende da profundidade da rocha-mãe. Como neste caso a profundidade pode ser muito variada, pela diferenciação no processo de deposição dos sedimentos, admite-se uma profundidade de avaliação intermediária, de 0,6 a 0,9m, adquirindo o valor de 50 a 70%.

A textura para este solo pode ser admitida como sendo arenosa, estrutura granular, consistência friável e permeabilidade alta. Dessa maneira, pode-se dizer que o valor para o Fator A é de 50%.

4.3.1.2. NEOSSOLO LITÓLICO

Solo relativamente jovem, proveniente do intemperismo residual da Formação Serra Geral, gerando materiais ricos em minerais de argila com calhaus misturados à fase solo, no contato da Formação Itaqueri com a Serra Geral em uma quebra de relevo e da Formação Botucatu no front da cuesta que corta o município praticamente de norte a sul (BARTOLOMEU, 2009). A textura torna-se, portanto, grosseira, com estrutura em blocos subangulares, quando na fase solo (EMBRAPA, 2006).

Pode ser considerado como pertencente ao Grupo de perfis VII, sem formação de subsolo devido à sua recente formação. Pelo mesmo motivo, apresenta pouca profundidade, chegando somente a dimensões centimétricas. Assim, seu valor para o Fator A varia de 30 a 50%. Por apresentar consistência friável e manter uma boa permeabilidade, é possível considerá-lo pela pontuação máxima (BARTOLOMEU, 2009).

4.3.1.3. NITOSSOLO VERMELHO

São solos mineralogicamente bem evoluídos, provindos de depósito colúvio-aluvionar, apresentando quartzos mal selecionados com partículas arredondadas a angulosas, esfericidade boa a má. É relacionado a depósito de vertente com contribuição de quartzo e colóides intempéricos da Formação Itaqueri que se mistura aos materiais basálticos da Formação Serra Geral na região noroeste do município. Também ocorrem em áreas de relevos rebaixados e, quando em regiões altas, estão próximos à drenagem. (BARTOLOMEU, 2009)

Apresenta estrutura em blocos e prismática, podendo ocorrer superfícies lisas estriadas (Clay skin), que caracteriza um horizonte nítico. Em campo, Bartolomeu (2009) observou a presença de cerca de 20% de argilas. No entanto, não forma um subsolo compacto, apesar de apresentar certo desenvolvimento. No município, é encontrado com profundidades métricas.

Esta classe pode ser incluída no Grupo de perfis III, cujo limite máximo de pontos chega a 95%. Como na área de estudo este solo apresenta-se ligeiramente compacta ao longo do perfil, este valor pode cair para 80%.

4.3.1.4. LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

Para o *Fator A* do Índice de Storie, é necessária a análise do perfil até 183 cm de profundidade. No caso do Latossolo Vermelho-Amarelo, restringe-se somente à análise dos horizontes A e Bw (*solum*), levando-se em consideração o esquema da Figura 10 (*item 4.1.4.3.*).

Apesar de apresentar um horizonte F que diminui a permeabilidade, este se encontra a uma profundidade tal que não exerce grande influência para o horizonte latossólico na parte superior do perfil, podendo classificar este solo como pertencente ao Grupo IXc, porém com a qualidade superior ao limite de 85% definido por Storie. De acordo com as características em análise no Fator A, este solo recebe o valor de 100% neste trabalho.

Assim, o horizonte B latossólico é caracterizado como horizonte mineral subsuperficial, cujos constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícita pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de minerais de argila

A textura, até a profundidade analisada do perfil, apresenta-se mediana (de 17 a 20% de argila). A densidade real da amostra coletada no perfil é de 2,486 correspondendo a uma porosidade em torno de 60%. A estrutura é granular de tamanho muito pequeno e pequeno e são fortemente desenvolvidos. A consistência do material é friável e o perfil possui permeabilidade praticamente homogênea ao longo da profundidade analisada.

O valor do Fator A nas áreas de ocorrência do Latossolo Vermelho- Amarelo varia conforme a profundidade de ocorrência da camada de laterita. Quanto mais superficial é tal camada, menor o valor do Fator A. A laterita encontrada na região apresenta-se fortemente cimentada, composto de óxido de ferro e quartzos hialinos de variadas dimensões dentro da granulometria areia (BARTOLOMEU, 2009). Assim, tal horizonte pode ser visto como limitante para uma permeabilidade - tornando a porção superficial mal drenada, e com consistência e densidade extremamente dura, dificultando o trabalho com ferramentas agrícolas. Este tipo de perfil pode ser classificado como pertencente ao Grupo V, cujo valor mínimo é de 5% e o máximo é de 80%, conforme a profundidade da capa dura, de acordo com a metodologia de Storie (1997) presente no Anexo 2.

4.3.1.5. PLINTOSSOLO

O Plintossolo está associado ao Latossolo Vermelho-Amarelo, por situar originalmente sob a camada de laterita, ocorrendo em transição abrupta com o Plintito. Formado pela decomposição do plintito originado pela Formação Itaqueri, possui textura arenosa a conglomerática e porosidade de 46%. Onde há a ocorrência deste solo já sem as camadas superiores, pode ser interpretado como pertencente ao Grupo de perfis IXc, cujo valor máximo é de 85%, variável de acordo com a profundidade em que se encontra a rocha-mãe, a permeabilidade e o grau de consolidação.

Devido à escala de apresentação do trabalho e a pequena quantidade de pontos de amostragem, Bartolomeu (2009) limitou-se somente a citar a presença tanto da camada de laterita quanto o Plintossolo, sem apresentá-los no Mapa de Solos. A valoração da área de ocorrência destes materiais deve ser realizada verificando a profundidade aparente em campo.

4.3.1.6. NEOSSOLO FLÚVICO

Também associa-se a ambientes de ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo uma fácie sedimentar da Formação Itaqueri, de registro de um paleocanal de alta energia, evidenciado pela ocorrência de grande quantidade de seixos de, em profundidade centimétrica a métrica. Os seixos são mal selecionados, com orientação nordeste-sudoeste, principalmente de quarzitos, quartzos de veio, laterita, muscovita quartzito e formações ferríferas bandadas (BIF's) indicando erosão do Grupo Araxá-Canastra (BARTOLOMEU, 2009).

De acordo com estas características, pode ser considerado como pertencente ao Grupo de perfis I, de origem de depósito aluvial, porém, devido à presença de cascalho, sua pontuação limita-se ao máximo de 95%, dependendo da profundidade desta camada.

Assim como ocorreu com o Plintossolo, o Neossolo Flúvico foi pouco amostrado e na escala apresentada não foi possível a delimitação deste, sendo necessário realizar a análise somente em campo, ao avistar a sua ocorrência.

4.3.1.7. GLEISSOLO

São solos que se encontram permanentemente ou temporariamente saturados por água, predominando processos redutores. O lençol freático

apresentava-se aflorante no local. Superficialmente, a textura é arenosa (areia e areia franca), seguida por um horizonte com textura mais fina. Possui estrutura maciça, com presença de plintita, por ser o resultado do processo de gleização do Plintito da Formação Itaqueri, promovido pela presença de uma nascente de água no local. Relaciona-se à área de ocorrência do Latossolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006; BARTOLOMEU, 2009).

Assim como os solos descritos anteriormente, este não se encontra no mapa de solos de Bartolomeu (2009) devido à escala e à pouca amostragem em campo. Dessa maneira, ao encontrar esta classe de solo dentro do território do município de Cristais Paulista, deve-se considerá-lo, para fins de valoração, como pertencente ao Grupo de perfis IXc, que tem como principal fator de limitação a profundidade com a rocha-mãe (Formação Itaqueri, neste caso), porém com o agravante da muito baixa permeabilidade no perfil, pode ser valorado com o limite mais baixo de acordo com a profundidade da rocha-mãe encontrada.

4.3.1.8. ORGANOSSOLO TIOMÓRFICO SÁPRICO

Solo desenvolvido, rico em matéria orgânica de natureza sáprica, com teor de fibras esmagadas de menos de 10%. Apresenta-se saturado por água. O material de origem deste solo é a matéria orgânica da acumulação de restos vegetais em ambientes mal drenados (BARTOLOMEU, 2009).

Ocorre em taludes retilíneos de baixa declividade, provavelmente em lentes silto/argilosas da Formação Itaqueri, que são responsáveis pela formação de áreas alagadiças, possibilitando o acúmulo de material orgânico (BARTOLOMEU, 2009).

Pertence ao Grupo de perfis IXc. A profundidade da rocha-mãe deve ser igual ou superior a 1,8m, o que lhe confere valores entre 70 e 85%. No entanto, a permeabilidade muito lenta torna o solo de menor qualidade, recebendo 70%.

4.3.1.9. CAMBISSOLO SESQUIOXÍDICO (COM CONTRIBUIÇÃO DE BASALTO/DIABÁSIO) – ALOFORMAÇÃO TAQUARA

Solo cuja origem relaciona-se a materiais das vertentes e topos das cuestas, com grande contribuição de material de rochas básicas (basalto e diabásio) intemperizadas. O processo de formação é por movimento de colúvio, porém, por ter sido um resultado de processos antigos, não apresenta mais a morfologia superficial em forma de leques coalescentes nos padrões de relevo (BARTOLOMEU, 2009).

Apresenta material conglomerático anguloso, formando níveis intercalados com o solo. É possível observar a presença de mistura de sedimentos arenosos oriundos das Formações Itaqueri e Botucatu. A textura é média, com porosidade de 60% (BARTOLOMEU, 2009).

Pode ser considerado como pertencente ao Grupo de perfis III. Devido à presença de materiais conglomeráticos, o valor deste solo diminui, podendo receber somente 75%.

4.3.1.10. NEOSSOLO QUARTZARÊNICO/REGOLÍTICO HÁPLICO CAMBISSÓLICO – ALOFORMAÇÃO ÁGUA LIMPA

Solo de origem poligenética, constituindo predominantemente de material arenoso na região, com baixa contribuição de rochas básicas (basalto e diabásio), porém, sendo possível de observá-las em fragmentos. Este material arenoso apresenta grãos subangulares e hialinas, relacionados à Formação Itaqueri, e areia mais grosseira em grãos arredondados e foscos, característico da Formação Botucatu. O afloramento do solo analisado sugeriu ser um leque de grandes dimensões, de constituição imatura segundo padrões de alteração, com contribuição de várias litologias e material pedogenético de porções elevadas, possibilitou inferir que este material foi remobilizado e depositado a partir de eventos de movimento de massa de grande porte (BARTOLOMEU, 2009).

São resultado de depósito colúvio-aluvial de grande profundidade (aproximadamente 15m em um afloramento por voçoroca). Sua porosidade é de 43% e mostra-se como um material extremamente imaturo em termos pedogenéticos.

Este solo pode ser classificado como pertencente ao Grupo de perfis III. Como o material é arenoso, sem estruturação e muito friável, não pode receber uma pontuação muito elevada, podendo receber então 60%.

4.3.1.11. CAMBISSOLO COM RETRABALHAMENTO DE LATERITAS – ALOFORMAÇÃO DESCALVADO

Ocorre em uma pequena porção a leste do município. É associado a um antigo depósito interpretado como de mesma gênese dos Cambissolos Sesquioxídicos, porém, com lateritas retrabalhadas em forma de seixos (BARTOLOMEU, 2009).

Pode ser considerado também como pertencente ao Grupo de perfis III, e, devido à presença dos seixos de laterita, recebem a pontuação de 75%.

4.3.1.12. CAMBISSOLO SESQUIOXÍDICO EM DOMÍNIO DE LEQUES (COM CONTRIBUIÇÃO DE BASALTO/DIABÁSIO) – ALOFORMAÇÃO CRISTAIS

Segundo Bartolomeu (2009), este solo é semelhante ao Cambissolo Sesquioxídrico (Aloformação Taquara), no entanto, o que os diferencia é a idade dos eventos coluvionares, sendo neste caso muito recente, o que configura a forma de leques coalescentes na paisagem. No mais, todas as outras características são iguais, levando-se em conta que devido a pouca idade do leque, ainda é possível observar o padrão de deposição de materiais, quanto à sua textura, sendo muito grossa na região proximal, textura mediana na região média e textura fina na região distal do leque (Figura 10, *item 4.1.4.2.*).

Assim, este solo também é classificado como pertencente ao Grupo de perfis III, no entanto, devido à maior presença de conglomerados em todo o perfil, recebe a pontuação mínima para este caso, que é de 60%.

4.2.2. Fator B

O procedimento seguiu a mesma lógica do Fator A, utilizando as áreas de ocorrência dos solos para demarcar o valor do Fator B nos respectivos territórios.

O *Neossolo Quartzarênico a*presenta a camada superficial com textura areia ou areia franca, por ser provindo do arenito Botucatu e frações de silte e argila da Formação Itaqueri. Recebe, portanto, a pontuação de 95%.

O *Neossolo Litólico* apresenta horizonte A, de material mineral com concentração de matéria orgânica decomposta e perda ou decomposição principalmente de componentes minerais (Fe, Al e argila). Por ser um solo resultante da intemperização das rochas da Formação Serra Geral, é rico em argila e apresenta textura grosseira, com presença de blocos rochosos. Assim, pode ser classificado como de textura franco argiloso pedregoso, recebendo 60%.

O *Nitossolo Vermelho*, por sua definição, apresenta 350g/kg ou mais de argila no horizonte A. Isso corresponde a uma textura franco argiloarenosa, recebendo a classificação pelo Método de Storie (1970), de franco argiloso não calcário, com 90%.

O *Latossolo Vermelho-Amarelo* possui horizonte A, e é o resultado do intemperismo da Formação Itaqueri, possuindo frações areia, argila e silte. Pode ser considerada como de textura franca com 100% de valor para o Fator B.

O *Plintossolo* possui horizonte A e na região apresenta textura arenosa a conglomerática, sendo considerada como textura franca com concreções, correspondente a uma pontuação de 70%.

O *Neossolo Flúvico* possui horizonte A, com textura franca arenosa a cascalhenta característico de um rio de alta energia, recebendo, portanto, a pontuação de 65%.

O *Gleissolo* possui horizonte A, com textura areia (areia e areia franca) na camada superior, recebendo então 60%.

O *Organossolo Tiomórfico Sáprico* constitui uma classe cuja avaliação do Fator B não é realizada por apresentar uma camada ou horizonte O, de material orgânico saturado por água, o que não apresenta uma textura. Recebe, portanto, o valor 0 para o Fator B. Nota-se aí que este solo torna-se impróprio para a agricultura, não importando as outras características.

O *Cambissolo Sesquioxídico (com contribuição de basalto/diabásio) – Aloformação Taquara* é um solo de origem deposicional na forma de leques. Isto permitiria a divisão das áreas de ocorrência de acordo com a distância do leque, já que na região proximal, no topo do leque, a textura apresenta-se grossa, na região mediana, a textura é média e na região distal apresenta textura fina. No entanto, devido à escala de análise e detalhamento, todas as texturas serão generalizadas como franca arenosa (pela origem ser das Formações Itaqueri e Botucatu) com concreções, o que corresponde a 65%.

O *Neossolo Quartzarênico/Regolítico Háplico Cambissólico – Aloformação Água Limpa* também é resultado da deposição em grande leque com materiais de origem das Formações Itaqueri e Botucatu, com fragmentos de rochas básicas (basalto e diabásio), podendo ser classificado como de textura franco arenosa com concreções que recebe 65%.

O *Cambissolo com retrabalhamento de lateritas – Aloformação Descalvado* também é de origem em depósito de leque, apresentando texturas variadas dependendo da região do leque, com as mesmas considerações do Cambissolo Sesquioxídico da Aloformação Taquara. Por apresentar lateritas retrabalhadas, sua

textura também é classificada como franco arenosa com conglomeráticos, recebendo 65%.

O *Cambissolo Sesquioxídico em domínio de leques (com contribuição de basalto/diabásio) – Aloformação Cristais* apresenta também as características de deposição em leque, no entanto, devido ao processo recente, existe na superfície matacões de arenitos Botucatu misturados a conglomerados de rochas. Dessa maneira, este solo pode ser classificado como franco arenosa pedregosa, recebendo pontuação de 65%.

4.2.3. Fator C

A declividade é uma das características mais importantes na atividade agrícola, pois permite realizar algumas recomendações prévias. A partir do mapa de declividade gerado no ArcGIS 9.2, a partir de dados do território de Cristais Paulista, foram estabelecidas as áreas de ocorrência das classes de declividade determinadas por Storie (1970), como se observa na Figura 26.

4.2.4. Fator X

4.2.4.1. DRENAGEM

De acordo com a drenagem adensada (Figura 27), foi gerado o mapa de densidade de drenagem (Figura 28), de acordo com os critérios de classificação do *item 3.3.4.1.*

4.2.4.5. EROSÃO

A partir do mapa morfoestrutural de potencial natural de erosão de Carvalho (2008), foram estabelecidas as 5 classes descritas no *item 3.3.4.3.* utilizando-se da sobreposição das classes de erodibilidade com a presença dos máximos 1, 2 e suas sobreposições, e de acordo com a densidade de lineamentos estruturais acima de 1,5. Assim, o mapa resultante deste processo encontra-se na Figura 29.

4.2.5. VALORAÇÃO DE TERRAS

A sobreposição do Mapa de solos (BARTOLOMEU, 2009), Mapa de declividade, Mapa de permeabilidade e Mapa de erodibilidade (CARVALHO, 2008) com os devidos valores para cada fator analisado, resultou no “Mapa de Valoração de Terras para atividade agrícola do município de Cristais Paulista – SP através do Índice de Storie” (Figura 30). Neste, estão representadas as 6 classes de qualidade do terreno quanto à aptidão à agricultura, cujos detalhes estão descritos a seguir:

C*lasse 1*: Excelente. Estas áreas recebem índice entre 80 e 100%, sendo adequados para uma ampla variedade de cultivos, especialmente as plantas de raízes profundas.

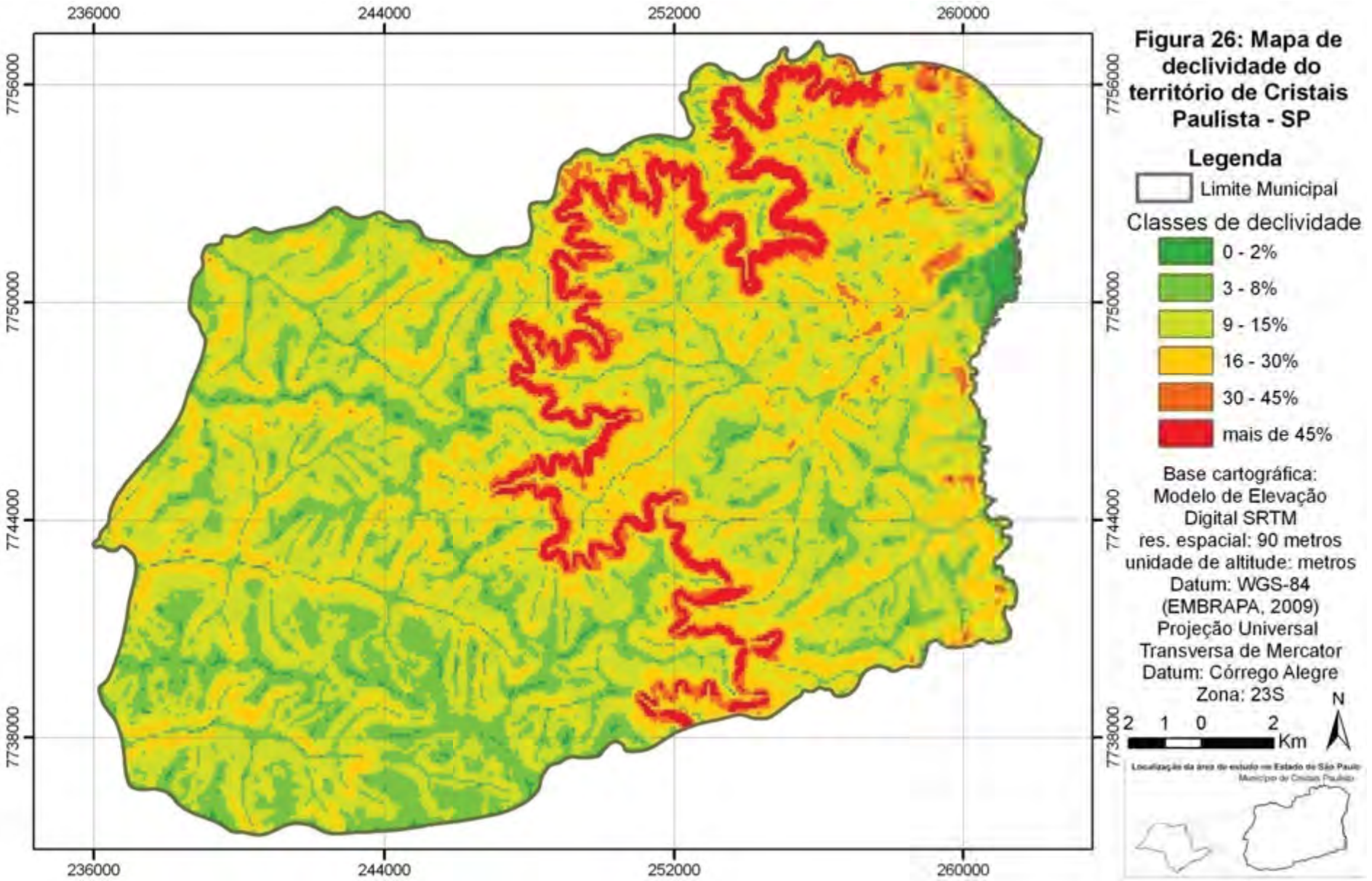
Classe 2: Bom. Estes terrenos recebem o índice entre 60 e 79%, adequados para a maioria dos cultivos, levando a rendimentos entre bons e excelentes.

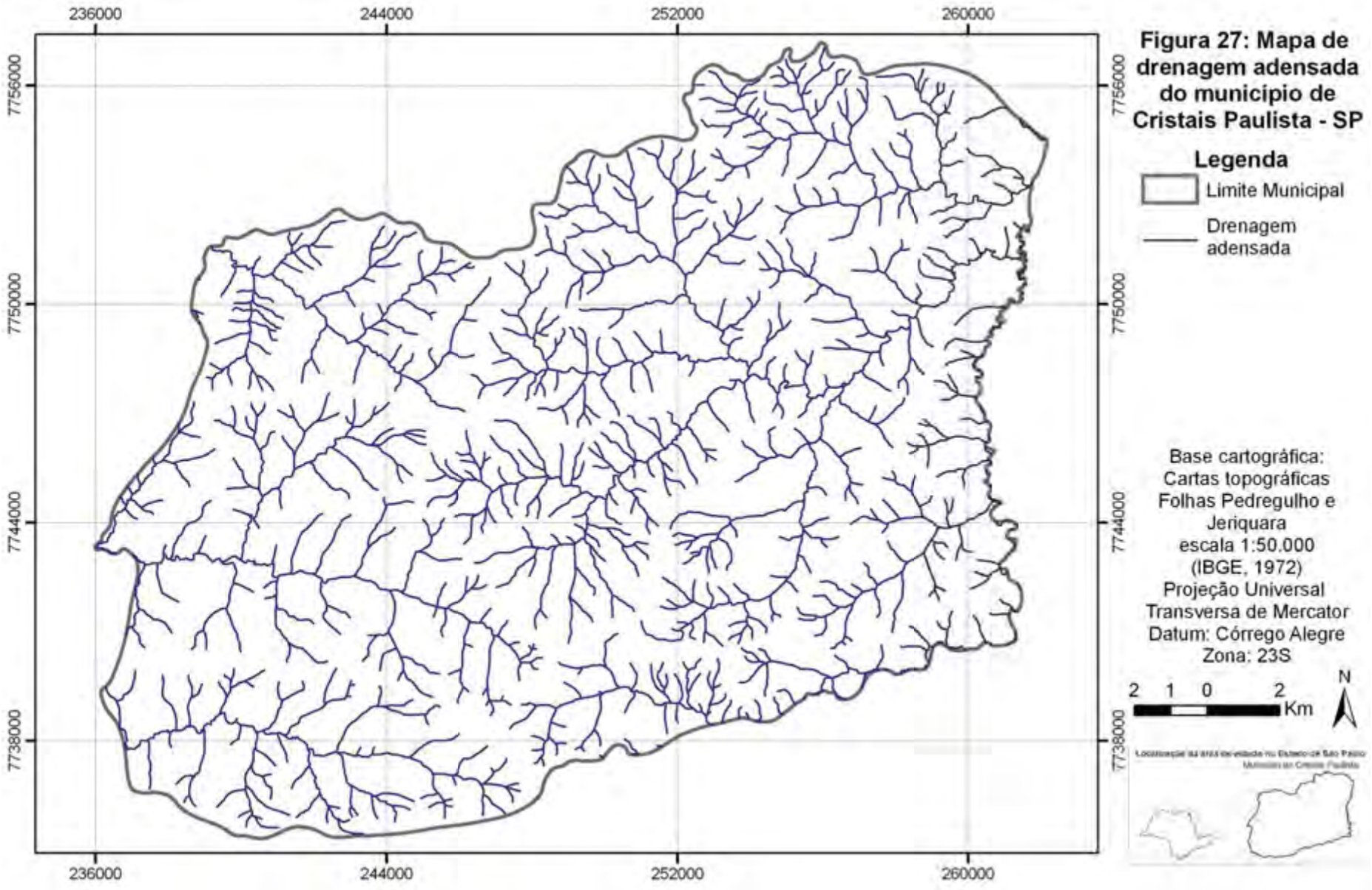
Classe 3: Regular. Os solos são qualificados com o índice entre 40 e 59% e geralmente são de boa qualidade, aceitando uma variação menor que as classes 1 e 2. Apresenta bons resultados, dentre cultivos especializados como o arroz em áreas onde o clima favorece o desenvolvimento desta gramínea.

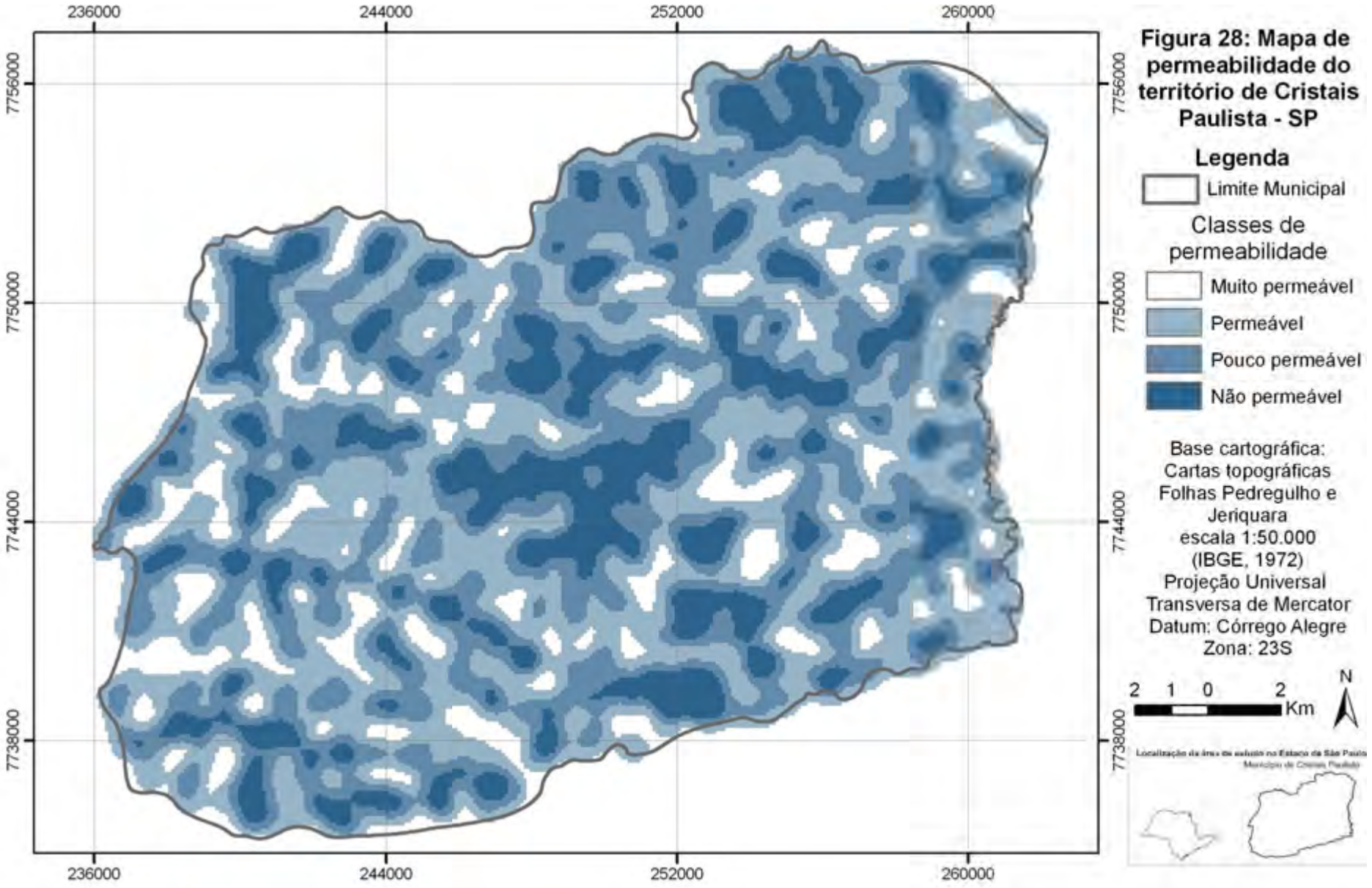
Classe 4: Baixa qualidade. São as áreas que recebem o índice entre 20 e 39%, com pouca amplitude de possibilidades agrícolas. Algumas servem bem ao arroz e pasto, mas não são bons para muitos outros usos.

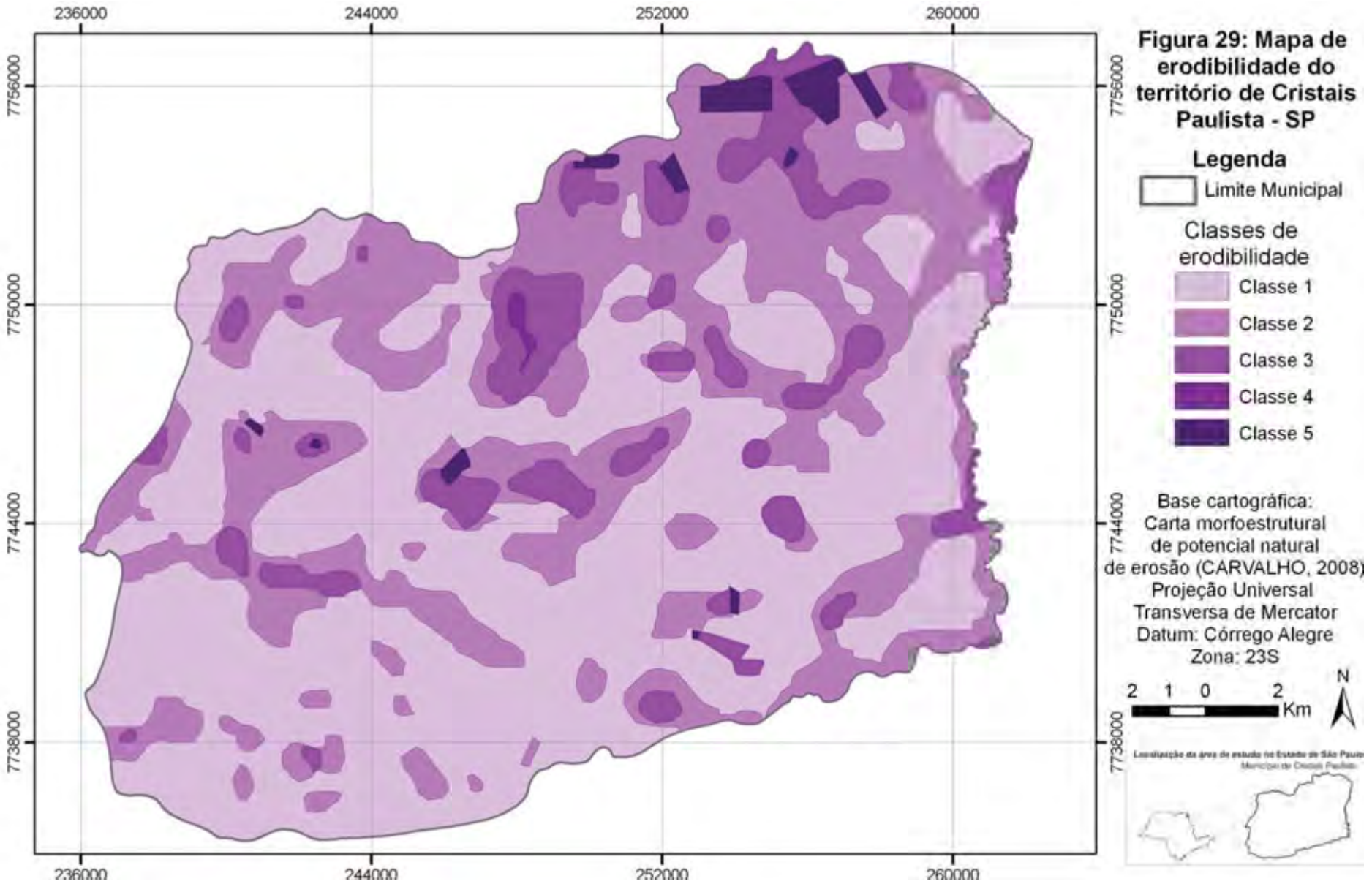
Classe 5: Muito má qualidade. O índice varia de 10 a 19% e o uso é muito limitado. Suas características indicam servir bem somente para o pastoreio.

Classe 6: Não agrícola. Áreas cujo índice é menor que 10%, entre elas as terras pedregosas e acidentadas. Foram formadas por rios e terrenos cobertos por alagamentos.


236000
244000
252000
260000
7756000
7750000
7744000
7738000
Figura 26: Mapa de declividade do território de Cristais Paulista - SP
Legenda
Limite Municipal
Classes de declividade
0 - 2%
3 - 8%
9 - 15%
16 - 30%
30 - 45%
mais de 45%
Base cartográfica:
Modelo de Elevação Digital SRTM
res. espacial: 90 metros
unidade de altitude: metros
Datum: WGS-84
(EMBRAPA, 2009)
Projeção Universal Transversa de Mercator
Datum: Córrego Alegre
Zona: 23S
N
2 1 0 2
Km


236000
244000
252000
260000
7756000
7750000
7744000
7738000
Figura 27: Mapa de drenagem adensada do município de Cristais Paulista - SP
Legenda
Limite Municipal
Drenagem adensada
Base cartográfica:
Cartas topográficas
Folhas Pedregulho e Jeriquara
escala 1:50.000
(IBGE, 1972)
Projeção Universal
Transversa de Mercator
Datum: Córrego Alegre
Zona: 23S
2 1 0 2
Km
N


236000
244000
252000
260000
7756000
7750000
7744000
7738000
Figura 28: Mapa de permeabilidade do território de Cristais Paulista - SP
Legenda
Limite Municipal
Classes de permeabilidade
Muito permeável
Permeável
Pouco permeável
Não permeável
Base cartográfica:
Cartas topográficas
Folhas Pedregulho e Jeriquara
escala 1:50.000
(IBGE, 1972)
Projeção Universal
Transversa de Mercator
Datum: Córrego Alegre
Zona: 23S
2 1 0 2
Km
N


236000
244000
252000
260000
7756000
7750000
7744000
7738000
Figura 29: Mapa de erodibilidade do território de Cristais Paulista - SP
Legenda
Limite Municipal
Classes de erodibilidade
Classe 1
Classe 2
Classe 3
Classe 4
Classe 5
Base cartográfica:
Carta morfoestrutural
de potencial natural
de erosão (CARVALHO, 2008)
Projeção Universal
Transversa de Mercator
Datum: Córrego Alegre
Zona: 23S
2 1 0 2
Km
N

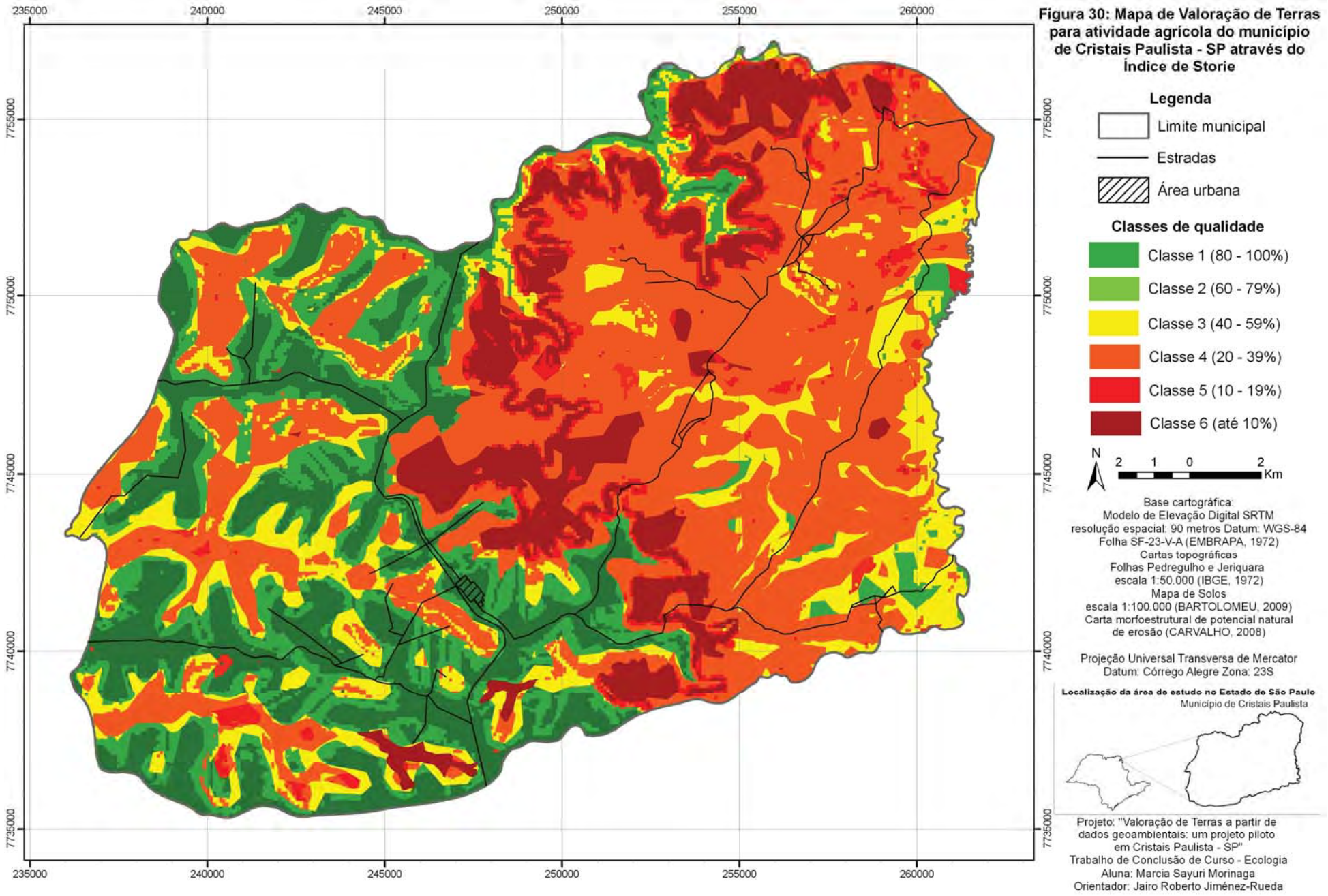


Figura 30: Mapa de Valoração de Terras para atividade agrícola do município de Cristais Paulista - SP através do Índice de Storie

5. CONCLUSÃO E DISCUSSÕES

O uso de informações geoambientais, tanto do material descritivo quanto dos mapas gerados pelos autores consultados, possibilitou um detalhamento condizente com a escala de trabalho. Um maior esforço de campo e laboratório que torne os dados mais próximos do real levaria conseqüentemente a melhores resultados para a valoração, o que para os fins práticos desejados seria o ideal.

Conclui-se primariamente que para alcançar o objetivo inicial de utilizar a Valoração de Terras como um novo parâmetro de cálculo do valor das propriedades e dos impostos territoriais rurais, é necessária a realização de um passo anterior: o investimento para levantamentos destes dados geoambientais com maior precisão.

A sobreposição em SIG dos fatores do Índice de Storie tende a compartimentar cada vez mais o território, já que este processo ocorre sucessivamente, ao formarem novas áreas com outros valores. Este nível de detalhe proporciona uma maior confiabilidade para a representação no mapa, representando um ponto positivo para a metodologia.

Tal detalhe por outro lado acaba por se dissipar quando se estabelecem as 6 classes de qualidade por englobar os valores em intervalos abrangentes. Uma recomendação do Storie (1970) é a representação no mapa da característica que mais restringiu o valor final. Isso ajuda a compreender qual o aspecto limitativo de uma determinada área e quais as medidas necessárias para a melhoria de suas condições.

Observando o Mapa de Valoração de Terras de Cristais Paulista, pode-se dizer que é um município privilegiado por apresentar uma extensa área que recebeu a classificação de excelente e boa, na porção oeste. De acordo com informações obtidas na Casa da Agricultura do município, estas áreas são destinadas principalmente ao cultivo do café, por ser a porção mais alta e correr menos riscos de serem prejudicadas por geadas. Sendo a cafeicultura uma atividade bastante rentável, pode-se dizer que estas porções do município encontram-se bem utilizadas.

Já a pecuária é destinada às áreas mais rebaixadas do município, na porção centro-leste, onde há maiores restrições de variedades de cultivo. No entanto, deve-se atentar para o sobrepastoreio, que tem levado à formação de voçorocas nestas áreas. Apesar da valoração indicar menos opções de cultivo, o investimento em capital e técnicas pode alterar estas condições, levando a uma melhoria nas suas características intrínsecas. Assim, o valor determinado neste trabalho não restringe o produtor, mas indica que há a necessidade de tomada de ações que conservem as condições favoráveis, ou melhorem as desfavoráveis.

Trabalhos desta natureza que tratam da agricultura devem incluir os dados não analisados, a respeito do microrrelevo e fertilidade/toxicidade do solo, sendo necessária uma adequação da metodologia para possibilitar a adoção destes parâmetros.

A Valoração de Terras utilizando dados geoambientais mostrou-se uma ferramenta pragmática para o conhecimento das potencialidades agrícolas de um território. Como já foi explicitado anteriormente, este tipo de análise é muito comum em diversos países, que adotaram este tipo de estudo para integrá-los a informações particulares, tanto físicas como sócio-econômicas, para que o serviço público organize a arrecadação fiscal.

O Brasil ainda não desenvolveu uma metodologia oficial para avaliar o seu território. Devido à sua grande extensão territorial e à variação muito discrepante entre as características físicas e sociais, são necessários muitos cuidados para tal tarefa. Ramalho Filho & Beek (1995) desenvolveram uma metodologia de classificação que unifica características ambientais e o nível de manejo dado pelo agricultor, com simbologias e cores que podem ser utilizadas para padronizar a forma de indicação das características em mapas e relatórios.

Dessa forma, o Cadastro Técnico Municipal é um registro dos lotes, dos proprietários e das dimensões dos prédios construídos, cujos objetivos são a atualização de informações fiscais, avaliação imobiliária, mapeamento básico do município, planejamento do uso do solo, avaliação de impacto ambiental, gerenciamento de infra-estrutura (água, energia elétrica, telefone, segurança pública etc) e fins legais (utilização do cadastro pelo Registro) (CARNEIRO & LOCH, 2000).

Em alguns países foram elaborados programas de cadastramento rural nacional. No Chile, a classificação de solos agrícolas se baseia na capacidade produtiva da terra. A tabela de valores do imposto considera também a distância dos

centros de mercado, proximidade e qualidade das vias de transporte, o tipo de propriedade e melhorias implantadas. No Panamá, o cumprimento das leis de tributação de terras rurais era um dos problemas mais críticos que o desenvolvimento econômico enfrentava, posto que eram poucos os proprietários que pagavam a contribuição, o que pôde ser melhorado com a implantação de um sistema cadastral (OEA, 1970).

Com o conhecimento das condições naturais do terreno, de sua qualidade para aumentar a produção agrícola e possuindo todas essas informações em um banco de dados de fácil acesso, muitos órgãos podem se beneficiar. Tal aspecto ganha grande importância social quando analisado sob a ótica das desapropriações realizadas pelo governo, como por exemplo, nos casos de obras viárias, aumento da área de Unidades de Conservação, compra de terrenos e imóveis para a construção de prédios públicos, destinação de áreas para serviços específicos como aterro sanitário e tratamento de esgoto. Nestes casos, o pagamento pela terra torna-se justo se utilizados os parâmetros propostos neste trabalho.

O assunto torna-se importante também na economia, principalmente nos empréstimos bancários para os setores agrícolas que poderão oferecer financiamentos de acordo com a aptidão do solo do agricultor, além de possuir um banco de dados de fácil manuseio e rápida verificação dos dados. O próprio proprietário pode argumentar de forma correta sobre a sua necessidade, de acordo com suas dificuldades de manter a qualidade do solo.

A Prefeitura poderá incentivar o crescimento econômico mais sustentável no município, com a cobrança de impostos mais baixos para os agricultores que cultivam e manejam o solo de acordo com sua capacidade suporte, podendo até diminuir o imposto para aqueles que conseguem um maior rendimento por área de produção. Este trabalho também se torna facilitado ao possuir um cadastro bem estruturado.

Assim, observa-se que o leque de usos de trabalhos de Valoração de Terras é ampla e necessita-se de ajustes para melhorar os parâmetros de análise e adequá-lo à realidade brasileira, ou regional. Espera-se então que seja um incentivo à disseminação da cultura de conhecimento e integração das condições ambientais às questões econômicas, indo de encontro com um novo paradigma da sociedade contemporânea de encontrar meios de vida mais sustentável.

6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, F. F. M. de; BARBOSA, O. Geologia das quadrículas de Piracicaba e Rio Claro. In: **Bol. Div. Geol. Min.**, Rio de Janeiro, DNPM n.1943, p.1-96 il. 1953.

ALMEIDA, F. F. M. de. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós- Paleozóico no Brasil. In: **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.16, n.4, p. 325-349, 1986.

ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B. The upper precambrian of South America. In: **Bol. IG**, São Paulo, v.7, p.45-80. 1976.

BATISTA, I. X. **Desenvolvimento sustentável em Rondônia**: políticas públicas, desmatamento e evolução socioeconômica. 2001. 172f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

BARTOLOMEU, D. **Zoneamento Geoambiental do município de Cristais Paulista (SP) com base na caracterização e aspectos evolutivos do meio físico**. 2009. 74f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geologia) Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Receita Federal. Perguntas e Respostas – Cálculo do Imposto. Disponível em: <http://www.receita.gov.br/PessoaJuridica/ITR/ 2004/ PergResp/pr165a182.htm>. Acesso em: 19 fev. 2009.

CAETANO-CHANG, M. R.; WU, F. T. As Formações Pirambóia e Botucatu no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, n.4, 1995, Águas de São Pedro, SP. **Boletim de resumos...** Águas de São Pedro: SBG, 1995. p.64.

CAMARGO, A. M. M. P. de; CAMARGO, F. P. de; SIQUEIRA, A. C. N.; CAMARGO FILHO, W. P de; FRANCISCO, V. L. F. S. Valorização da Terra Agrícola Conforme o Uso Regional do Solo no Estado de São Paulo. In: **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 28-40, jan. 2004.

CARNEIRO, A. F. T.; LOCH, C. Análise do Cadastro Imobiliário Urbano de algumas cidades brasileiras. In: **COBRAC – 2000: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO**, 2000, Florianópolis. Disponível em <http:// geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2000/177/177.htm>. Acesso em: 24 jul. 2008.

CARVALHO, D. C. **Potencial natural de erosão em Cristais Paulista – SP: uma análise de suscetibilidade usando o modelo EUPS e a sistemática morfoestrutural**. 2008. 73 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2008.

CARVALHO, J. A. M. de; GARCIA, R. A. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. In: **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol.19, n.3, p.725-733, mai-jun, 2003.

CARVALHO, P. G. S. As veredas e sua importância no domínio dos cerrados. In: **Informe agropecuário**, v. 15, n. 168, p. 54-56, 1991.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC/INPE. **El Niño e La Niña**. Disponível em <http://enos.cptec.inpe.br/> acesso em 08 abr 2010.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Sapucaí/Grande Índice de qualidade das águas: IAP – IVA – 2006**. Disponível em < http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/ugrhis/u08.asp> acesso em 04 set 2009.

COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI. **Censo agropecuário - Projeto LUPA**. Dados consolidados municipais 2007/2008. Cristais Paulista Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais/pdf/t147.pdf> acesso em 27 ago 2009.

COUTINHO, L. M. **Aspectos do Cerrado**. Fauna. Disponível em <http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_fauna.htm> acesso em 03/07/2008.

COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. In: **Revista Brasileira de Botânica**, v.1, n.1, 1:17-24, 1978.

CRISÓSTOMO NETO, A. P. **Mapeamento geoambiental com imagem de satélite do Vale do Paraíba**. 2003. 67f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

EITEN, G. Vegetação do Cerrado In: Pinto, M. N. Coord. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectiva.** 2ª ed. Brasília: UNB/SEMATEC, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Brasília: 2ª ed. 412p. 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélites. **Brasil em Relevo**. Disponível em <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/index.htm>. Acesso em 23 nov. 2009.

FERREIRA, C. R. R. P. T.; CAMARGO, A. P. Análise do mercado de terras no Estado de São Paulo, 1969 a 1986. In: **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.34, p. 29-75, 1987.

FUCK, R. A.; JARDIM DE SÁ, E. F.; PIMENTEL, M. M.; DARDENNE, M. A.; PEDROSA SOARES, A. C. As faixas de dobramentos marginais do cráton São Francisco. In: DOMINGUES, J.; MISI, A. (Org.). **O Cráton São Francisco**. Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, 1993. p. 161-185.

FÚLFARO, V. J.; SUGUIO, K. O Cenozóico paulista: gênese e idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.28, 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v.1. p. 431-434.

GARAVAZO, J. **Riqueza e escravidão no Nordeste Paulista**: Batatais, 1851-1887. 2006. 286f. Dissertação (Mestrado em História Econômica) – Faculdade de

Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GRIMM, A. M. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. In: **Journal of Climate**, v.16, n.2, p.263-280. 2003

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. In: **Journal of Climate**, v.13, n.1, p.35-58. 2000.

GUERRA, S. M. S. Parâmetros indicadores do grau de estruturação de uma anomalia estrutural. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.32, 1982, Salvador, BA. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Geologia, v.4, p.1329-1338.

GUIMARÃES, S. C. P. **Zoneamento Geoambiental como subsídio à aptidão agrícola das terras do município de Cujubim – RO**. 2001. 133f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

HASUI, Y.; HARALYI, N. L. E. Aspecto lito-estruturais e geofísicos do soerguimento do Alto-Paraíba. In: **Geociências**, São Paulo, v.10, p.57-77, 1991.

HEILBRON, M.; VALERIANO, C. de M.; ZIMBRES, E.; CHRISPIM, S. J.; SIMÕES, L. S. A.; SOUZA, M. A. T. de. O contato basal do Grupo Canastra entre Itaú de Minas e Carmo do Rio Claro, MG. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, n. 4, 1978, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia. v. 7, p. 179-788.

HELLMEISTER JR., Z. **Aspectos geológicos e principais recursos minerais da região de Franca – Pedregulho, nordeste do Estado de São Paulo**.1997. 171f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Carta do Brasil escala 1:50.000**. 1972. Escala 1:50.000. Folha Jeriquara (SF-23-V-A-I-4).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Carta do Brasil escala 1:50.000**. 1972. Escala 1:50.000. Folha Pedregulho (SF-23-V-A-II-3).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Manuais Técnicos em Geociência número 4: Manual Técnico de Pedologia**. IBGE. Rio de Janeiro: 2a ed. 316p. 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **IBGE Cid@des**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br.> Acessado em 02 de julho de 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativa das populações residentes, em 1º de julho de 2009, segundo os municípios**. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2009/POP2009_DOU.pdf> Acessado em 17 de agosto de 2009.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO – IGC. **Mapas das Regiões Administrativas e Metropolitanas do Estado de São Paulo**. Disponível em <http://www.igc.sp.gov.br/mapasRas.htm#franca>. Acessado em 12 de janeiro de 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S. A. – IPT. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:500.000. São Paulo 1981a.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S. A. – IPT. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.** Escala 1:1.000.000. São Paulo, 1981b.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S. A. – IPT. **Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande**. p.133. 2000.

JANONI, C. R. **Compartimentação morfotectônica da Alta Mogiana Paulista (Nordeste do Estado de São Paulo)**. 2007. 120f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. **Caracterização das coberturas de alteração intempéricas e suas múltiplas aplicações na região centro oeste do Estado de São Paulo**. Rio Claro, 1993. Relatório final de auxílio à pesquisa FAPESP (n^{o} 89/3495-0).

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; PESSOTTI, J. E. S.; MATTOS, J. T. de. Uso de Sensoriamento Remoto no Zoneamento Agroecológico da Região da Serra do Mar no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA, n. 4, 1989a. Bariloche: **Anais...** Bariloche: 1989a. p. 134-139. v. 1.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. de; MALAGUTTI FILHO, W. Estudos integrados para controlar os impactos ambientais de um sistema de irrigo-fertilização com vinhoto na região Centro-Leste do Estado de São Paulo. In: SIMPOSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCION REMOTA, n.4, 1989b. Bariloche: **Anais...** Bariloche:1989b. p.459-465. v.2.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; NUNES, E. MATTOS, J. T. de. Caracterização fisiográfica e morfoestrutural da Folha São José de Mipibu – RN. In: **Geociências**, São Paulo, v.12, n.2, p.481-491, 1993.

JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; MATTOS, J. T. de; RIBEIRO, L. S. Determinação do potencial de erodibilidade da região do Quadrilátero Ferrífero/MG através da sistemática morfoestrutural e morfotectônica. In: SIMPÓSIO LATINOAMERICANO DE PERCEPCIÓN REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, 13, 2008, Cuba. **Anais...** Cuba: SELPER, 2008.

KLINK, A. C.; MACHADO, B. R. A Conservação do Cerrado Brasileiro.In: **Megadiversidade**. v. 1, n° 1, julho de 2005. Disponível em <http://www.conservation.org.br/publicacoes/megadiversidade/20_Klink_Machado.pdf> acesso em 04/07/2008.

LOCZY, L.; LADEIRA, E. A. **Geologia estrutural e introdução à geotectônica**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1976. 521p.

MAGALHÃES, F. S., CELLA, P. R. C. Estruturas dos Maciços Rochosos. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia 1998. 586p.

MATSUMOTO, S. T.; MARIN-MORALES, M. A. Análise do potencial citotóxico e genotóxico das águas de rios que recebem efluentes de curtumes na região de Franca/SP. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Um - OEAtagênese, Carcinogênese e Teratogênese**, 5. 2001. Gramado. Resumos. Gramado, 2001.

MATTOS, J. T. de; BALIEIRO, M. G.; SOARES, P. C.; BARCELLOS, P. E.; MENESES, P. R.; CSORDAS, S. M. Análise morfoestrutural com uso de imagens MSS-LANDSAT e radar para pesquisa de hidrocarbonetos no estado de São Paulo. INPE, RTR/015, São José dos Campos, 1982, 167p.

MATTOS, J. T. de; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R.; OHARA, T; MENDES, M. L. de B.; SANTANA, M. A. Critérios para mapeamento de classes de risco a erosão de solos em imagem TM-Landsat. In: Simposio Latinoamericano de Percepción Remota, n.9, 2002, Cochabamba. **Anais...** Cochabamba: SELPER, 2002.

MORAES, F. T. **Zoneamento geoambiental do planaltode Poços de Caldas, MG/SP a partir de análise fisiográfica e pedoestratigráfica**. 2007. 173f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.

MORALES, N.; CARVALHO, S. C. de; GHOUDHURI, A.; FIORI, A. P.; OLIVEIRA, M. A. F. de; RODRIGUES, M. F. B.; SOARES, P. C.; ZANARDO, A. Geologia das Folhas de Fortaleza de Minas, Alpinópolis, Jacuí e Nova rezende, MG. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DE MINAS GERAIS, n.2, 1983, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Geologia, 1983, v. 3, p.411-422.

MORALES, N.; ZANARDO, A.; HASUI, Y.; SIMÕES, L. S. do A. Evolução tectônica do Grupo Araxá nas Serras do Chapadão e da Fortaleza, sudoeste do Estado de Minas Gerais.In: **Geociências**, São Paulo, v.15, n. esp., p. 41-66, 1996.

NARDY, A. J. R. **Geologia e petrologia do vulcanismo mesozóico da região central da bacia do Paraná**. 1995, 316f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

NARDY, A. J. R.; PINESE, J. P. P.; SOUZA, F. H.; BETANCOURT, R. H. S.; BATISTA, M. J. Aspectos geológicos e estratigráficos das rochas vulcânicas ácidas do Membro Chapecó (Formação Serra Geral) na região norte da Bacia do Paraná.In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, n.6,1999, São Pedro, SP. **Boletim de resumos...** São Pedro: SBG-SP/RJ/ES, 1999, v. 1. p. 68.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS - OEA. **Investigacion de los Recursos Fisicos para el Desarrollo Economico –** Un compendio practico de experiencias de campo de la Organizacion de los Estados Americanos en la America Latina. 2. ed. Washington: Unión Panamericana, 1970.

OHARA, T. **Zoneamento Geoambiental da Região do Alto-Médio Rio Paraíba do Sul (SP) com Sensoriamento Remoto**. 1995. 235 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1995.

OHARA, T.; MATTOS, J. T. de; JIMÉNEZ-RUEDA, J. R. Estudo de zoneamento geoambiental com imagens TM/Landsat na região do alto-médio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, n.8, 1996, Salvador. **Anais...** Salvador: INPE, 1996. P.649-657.

O'LEARY D. W.; FRIEDMAN J. D.; POHN H. A. Lineament, linear, lineation: some proposed new standards for old terms. **Geol. Soc. of Am. Bul.**, n. 87, p. 1463-1469, 1976.

OLIVEIRA, L. L. **A população do Nordeste paulista e a chegada da cafeicultura (1890-1920)** Departamento de História – UNESP/Franca. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ ABEP2006_640.pdf)> acessado em 03/07/2008.

PERDONCINI, L. C. **Evolução tectono-sedimentar mesozóico-cenozóica da região de Franca**. 2003. 191f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

POPP, J. H. **Geologia geral**. 5ed. Rio de Janeiro: LTC. 1998, 400p.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Índice de Desenvolvimento Humano – Municipal, 1999 e 2000**. Disponível em <http://www.pnud.org.br/atlas/tabelas/index.php> acessado em 31/08/2009.

PROGRAMA ESTADUAL PARA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE PROBIO/SP. Secretaria Estadual do Meio Ambiente –SMA. In: **Workshop Bases para a Conservação e Uso Sustentável das Áreas de Cerrado do Estado de São Paulo**. Disponível em <http://eco.ib.usp.br/lepac/biota-cerrado/cartaz.pdf>. Acesso em 02/07/2008.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de Avaliação de Aptidão Agrícola das Terras**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária – MAARA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos – CNPS, 1995.

ROLIM, G. de S.; CAMARGO, M. B. P. de; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. de M. Classificação climática de Köppen e de Thornhwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o Estado de São Paulo. **Bragantia: revista de ciências agronômicas**. Campinas, v.66, n.4, p.711-720. 2007.

SANTÉ-RIVEIRA, I.; CRECENTE MASEDA, R. Evaluación de métodos para la obtención de mapas continuos de aptitud para usos agroforestales. **International Review of Geographical Information Science and Technology**. v.5, p.40-68. 2005.

SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. xii + 556p.

SAYAD, J. Especulação em terras rurais, efeitos sobre a produção agrícola e o novo ITR. In: **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 87-108, abr. 1982.

SCHMIDT, W.; FLEISCHER, R. Estilo estrutural do Precambriano no sudeste de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.30, 1978, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v.1. p. 431-434.

SCHNEIDER, R. L.; MÜHLMANN, H.; TOMMASI, E.; MEDEIROS, R. A.; DAEMON, R. F.; NOGUEIRA, A. A. Revisão estratigráfica da Bacia do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.28, 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974, v.1, p. 41-65.

SCHOBBENHAUS FILHO, C. coord. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo, folhas Rio de Janeiro (SF. 23), Vitória (SF.24) e Iguape (SG.23). Texto explicativo**. Brasília, DNPM. 84 p. il. mapa. 1979.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão inter-estadual da Bacia Paraná-Uruguai. 1966. 61p.

SHIMBO, J. Z. **Zoneamento Geoambiental como um dos Instrumentos para o Planejamento da Região do Pastão no Assentamento Rural Fazenda Pirituba, Município de Itapeva – SP**. 2003. 119f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003.

SHIMBO, J. Z. **Zoneamento geoambiental como subsídio aos projetos de reforma agrária: estudo de caso: assentamento rural Pirituba II (SP)**. 2006. 154f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

SIMÕES, L. S. A.; VALERIANO, C. M.; ZANARDO, A.; MORALES, N.; GOMI, C. Zonação metamórfica inversa do Grupo Araxá-Canastrana região de São Sebastião do Paraíso – Alpinópolis, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.35, 1988, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Geologia, 1988. V.3. p.1203-1215.

SIMÕES, L. S. A.; VALERIANO, C. M. Porção meridional da Faixa de Dobramento Brasília: estágio atual do conhecimento e problemas de correlação tectono-estratigráfica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.36, 1990, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990. v.6. p.2564-2575.

SOARES, P. C. **Tectônica sedimentar cíclica na Bacia do Paraná** – Controles. 1991. 198f. Tese (Professor Titular). Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

SOARES, P. C.; SINELLI, O.; PENALVA, F.; WERNICK, E.; SOUZA, A.; CASTRO, P. R. M. Geologia do nordeste do Estado de São Paulo, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.27, 1973a, Aracaju. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1973a. p.209-228.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.27, 1973b, Aracaju, SE. **Anais...** Aracaju: SBG, 1973b, v.1, p. 243-256.

SOARES, P. C.; LANDIM, P. M. B.; FÚLFARO, V. J. Avaliação preliminar da evolução geotectônica das bacias intracratônicas brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.28, 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Geologia, 1974, v.4, p.61-83.

SOARES, P. C.; FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Not. Geomorfol.** v.16, n.32, p.71-104. 1976.

STORIE, R. E. **Manual de Evaluación de Suelos**. 1 ed. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1970.

TEIXEIRA, A. P. **Faixa Ribeirinha da Microbacia do Ribeirão dos Cristais, Cristais Paulista, SP: Zoneamento e Caracterização Florística das Unidades Fitogeográficas e Propostas para Conservação dos Remanescentes e Recuperação das Áreas Degradadas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) Instituto de Biociência. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

TEIXEIRA, A. P; RODRIGUES, R.R. Análise florística e estrutural do componente arbustivo-arbóreo de uma floresta de galeria no Município de Cristais Paulista, SP, Brasil. In: **Acta bot. bras**. v.20, n.4. p.803-813. 2006.

TEIXEIRA, N. A.; DANNI, J. C. M. Contribuição à estratigrafia do Grupo Araxá na região de Passos (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.30, 1978, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978. v.2. p.700-710.

THORNTHWAITE, C. W. **An Approach toward a Rational Classification of Climate Geographical Review**. American Geographical Society, 1948.

TONIATO, M. T. Z.; LEITÃO FILHO, H.F.; RODRIGUES, R.R. Fitossociologia de um remanescente de floresta higrófila (Mata de brejo) em Campinas, SP. In: **Revista Brasileira de Botânica.** v.21 n.2 p.97-210. 1998.

YAMAMOTO, J, K,; SUGUIO, K.; COIMBRA, A. M. Caracterização sedimentológica do perfil geológico entre Rifaina e Franca, SP. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, n.1, 1977, São Paulo. **Atas...** São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 1977. p. 282-302.

ZALÁN, P. V.; WOLFF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S.; APPI, V. T.; ZANOTTO, O. A. Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE GEOLOGIA, n.3, 1987, Curitiba. **Atas...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Geologia, 1987. v.1. p. 441-477.

ZANARDO, A. **Análise petrográfica, estratigráfica e mecroestrutural da região de Guaxupé-Passos-Delfinópolis (MG).** 1992. 288f. Tese (Doutorado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1992.

ZANARDO, A., DEL LAMA, E. A.; MORALES, N.; OLIVEIRA, M. A. F. de. Geologia da porção limítrofe entre os blocos São Paulo e Brasília. **Geociências**, São Paulo, v.15, n. esp., p. 143-168. 1996.

7. ANEXO 1

Dados climáticos de 1993 a 2005 (CIIAGRO, 2009)

O ano de 1993 apresentou suficiente suplementação de água edáfica para o desenvolvimento de cultivos que apresentam em 3 meses para seu desenvolvimento e podem apresentar condições críticas em março, com o equilíbrio entre suplementação edáfica e fisiológica; já entre início de abril e final de setembro a deficiência edafológica e fisiológica são notórias e limitativas para o desenvolvimento das culturas, requerendo a aplicação ou uso de irrigação (Figura 31).

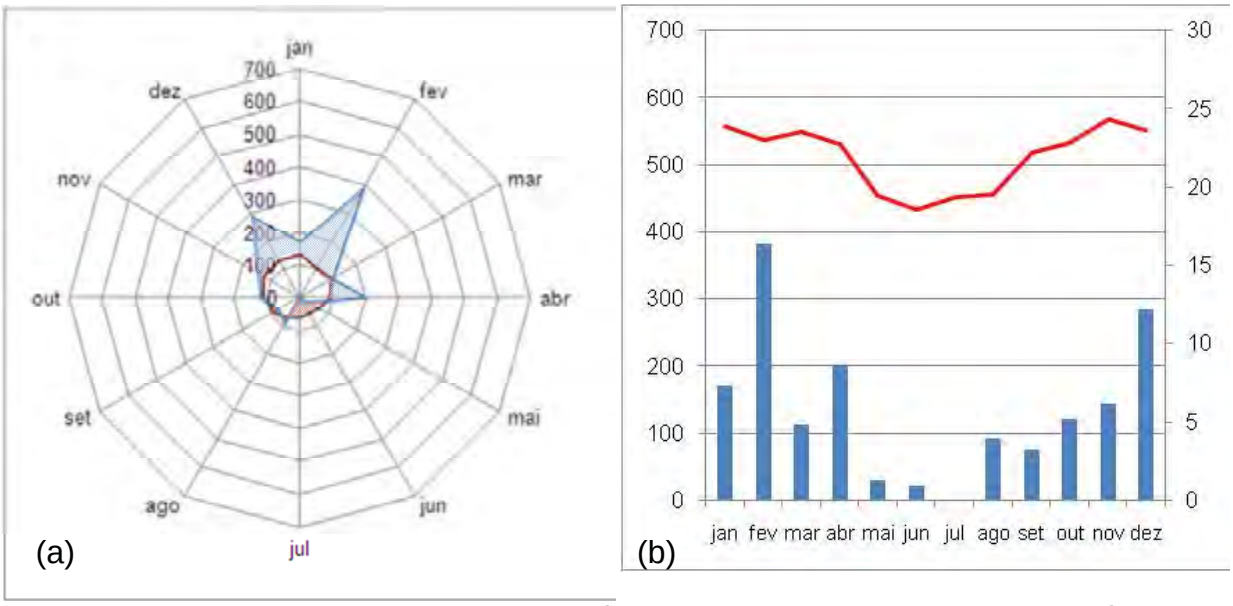


Figura 31: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1993, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

Do meio de março à metade de agosto do ano de 1994, há uma deficiência edafológica e fisiológica, necessitando, assim, de uma suplementação com irrigação, pois esta deficiência por um período de 4 meses limita a produção de alimentos sem a utilização de irrigação (Figura 32).

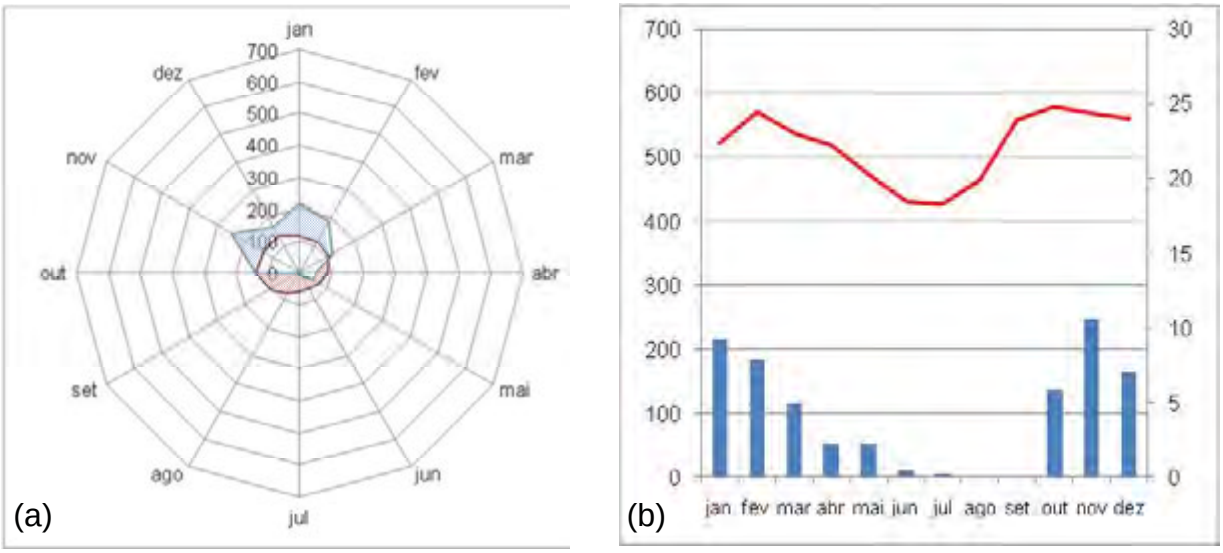


Figura 32: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1994, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

Da mesma maneira que o ano anterior, em 1995 houve uma deficiência edafológica e fisiológica, iniciando em março até metade de agosto. Tal deficiência por 4 meses e meio também apresenta-se como um fator limitante para a produção de alimentos, podendo ser resolvido com o uso de irrigação (Figura 33).

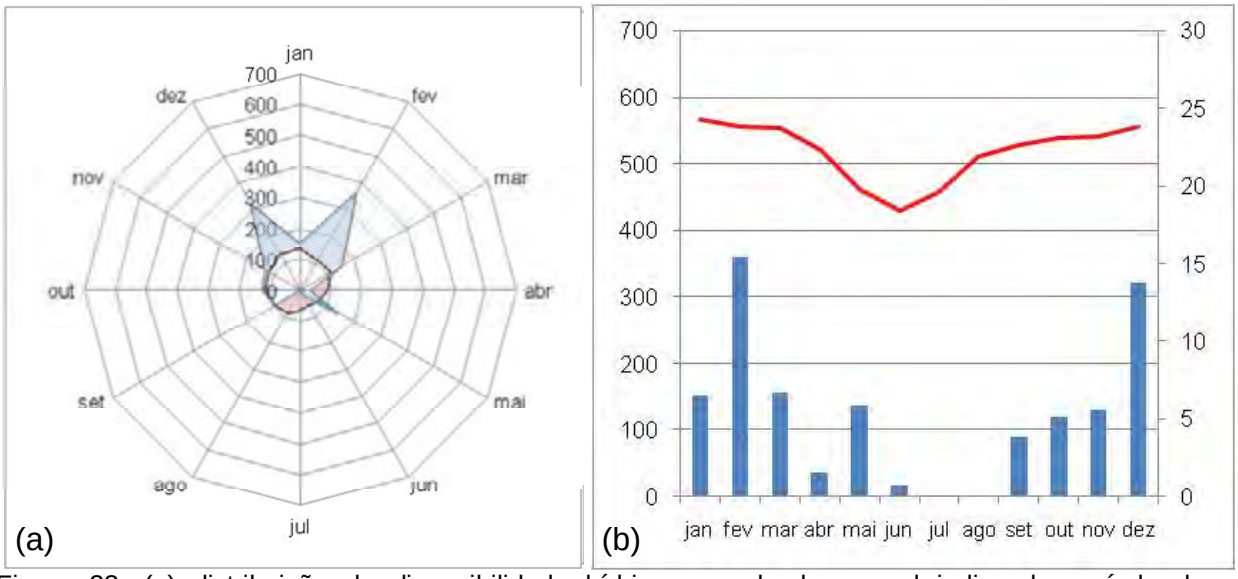


Figura 33: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1995, ao de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

Ocorreu deficiência edafo-fisiológica também do final do mês de março ao início de setembro do ano de 1996, do meio de março ao início de outubro de 1997, e do início de abril ao final de setembro (Figuras 34, 35 e 36).

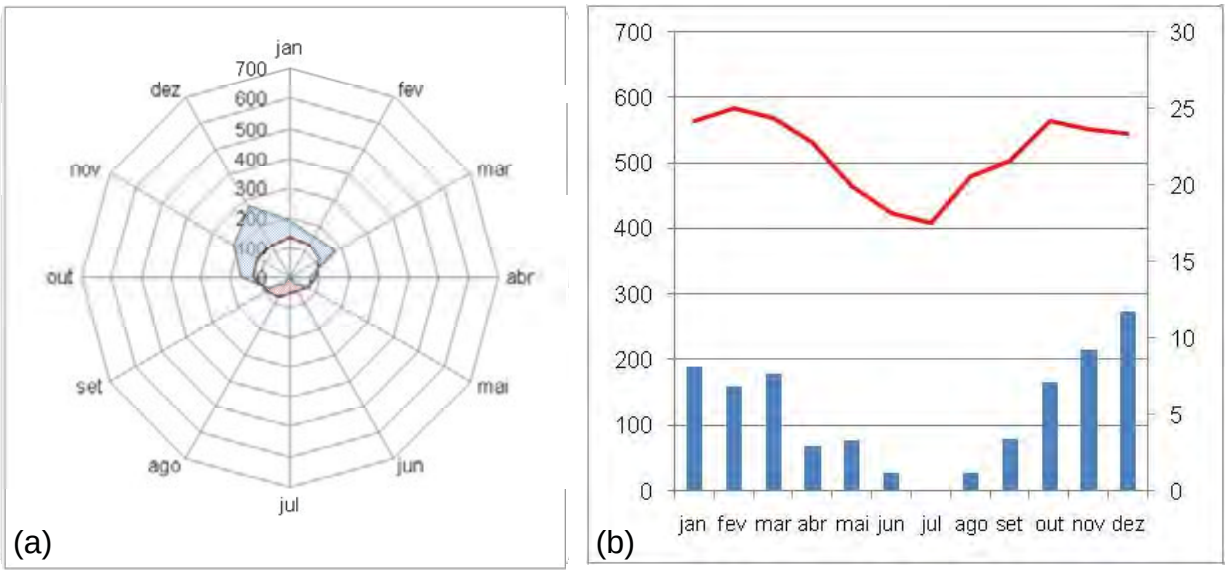


Figura 34: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1996, ano de ocorrência de La Niña (CIIAGRO, 2009).

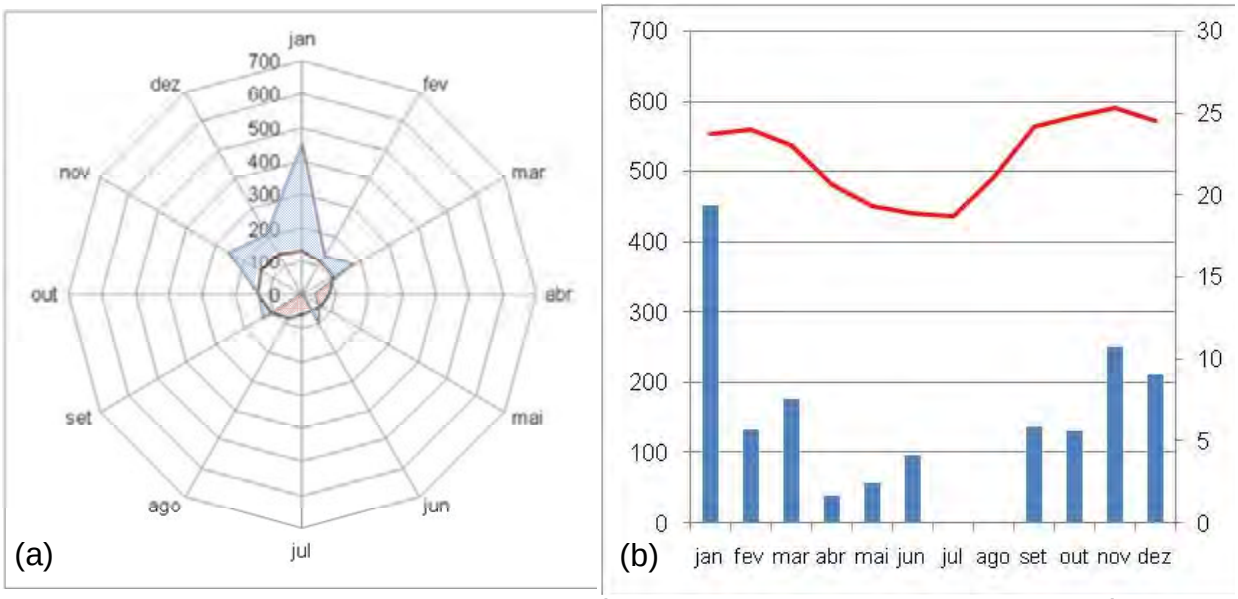


Figura 35: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1997, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

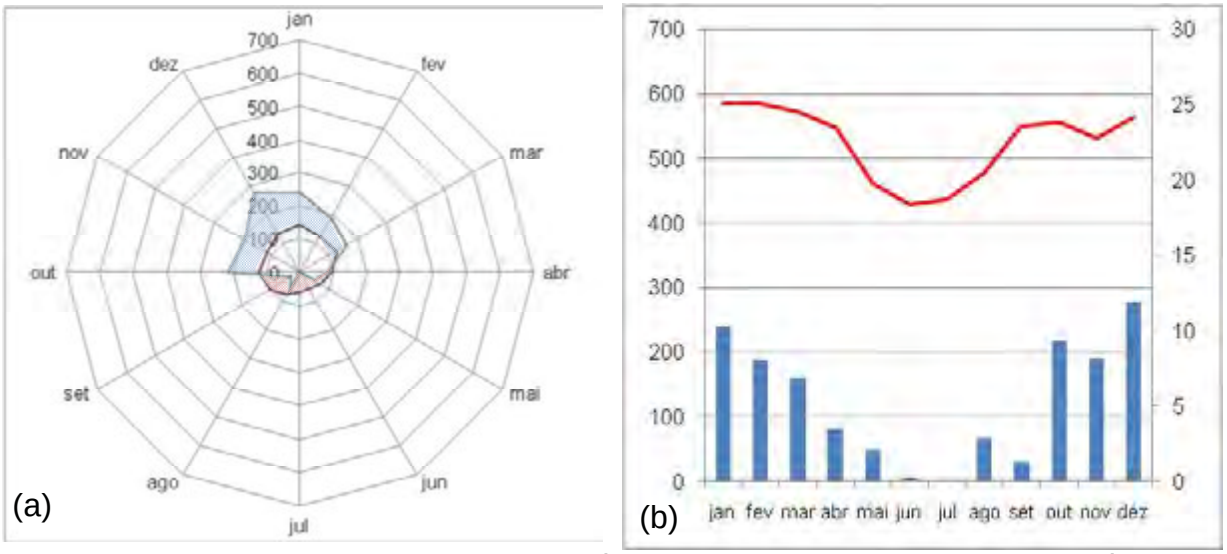


Figura 36: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1998, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

Já durante 1999, a deficiência edafológica/fisiológica é mais acentuada e drástica, o que devia ocasionar perdas na produção não só das hortícolas mas também do milho, café, dentre outros, pois só houve 2 meses de suplementação de água para as plantas e evolução dos processos intempéricos. Além disso, nota-se que foi ano de amplas catástrofes climáticas (Figura 37).

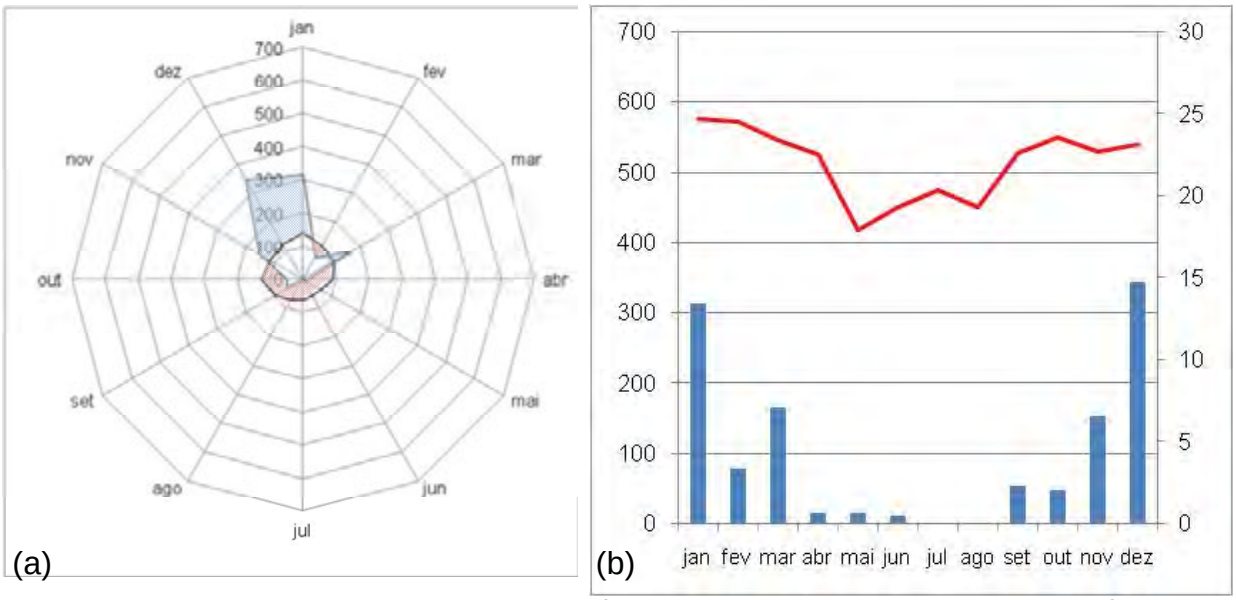


Figura 37: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 1999, ano de ocorrência de La Niña (CIIAGRO, 2009).

Entre os anos de 2000 e 2003 seguem os desastres climáticos, com chuvas de grande porte e possivelmente de ampla duração, gerando neste período desastres naturais (Figuras 38, 39, 40 e 41).

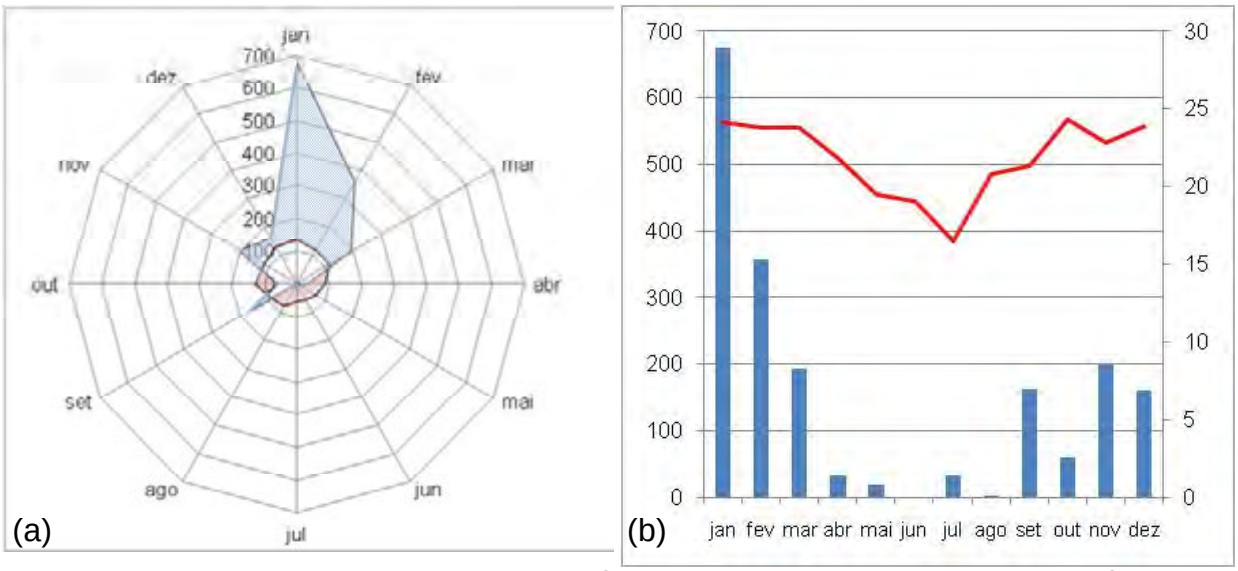


Figura 38: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2000, ano de ocorrência de La Niña (CIIAGRO, 2009).

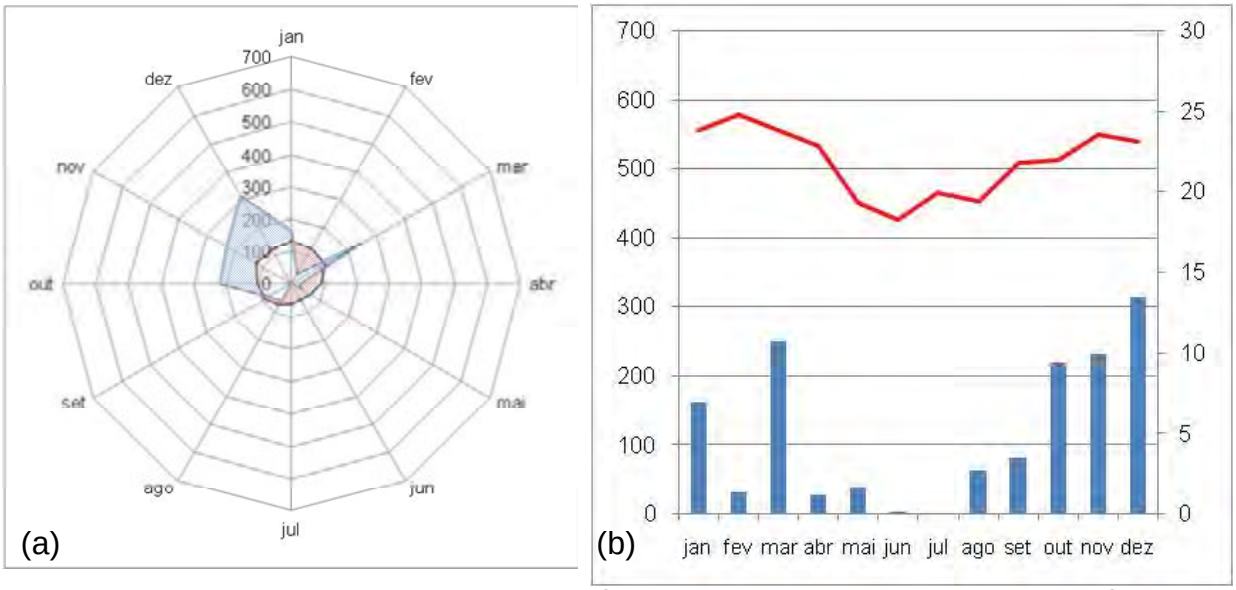


Figura 39: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2001, ano de ocorrência de La Niña (CIIAGRO, 2009).

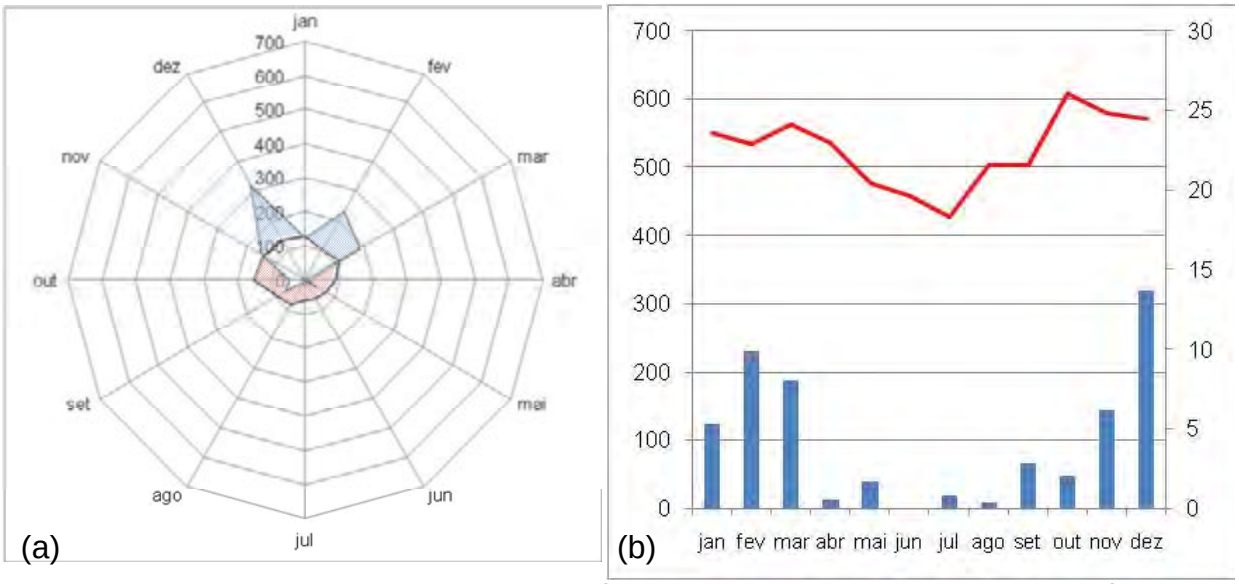


Figura 40: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2002, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

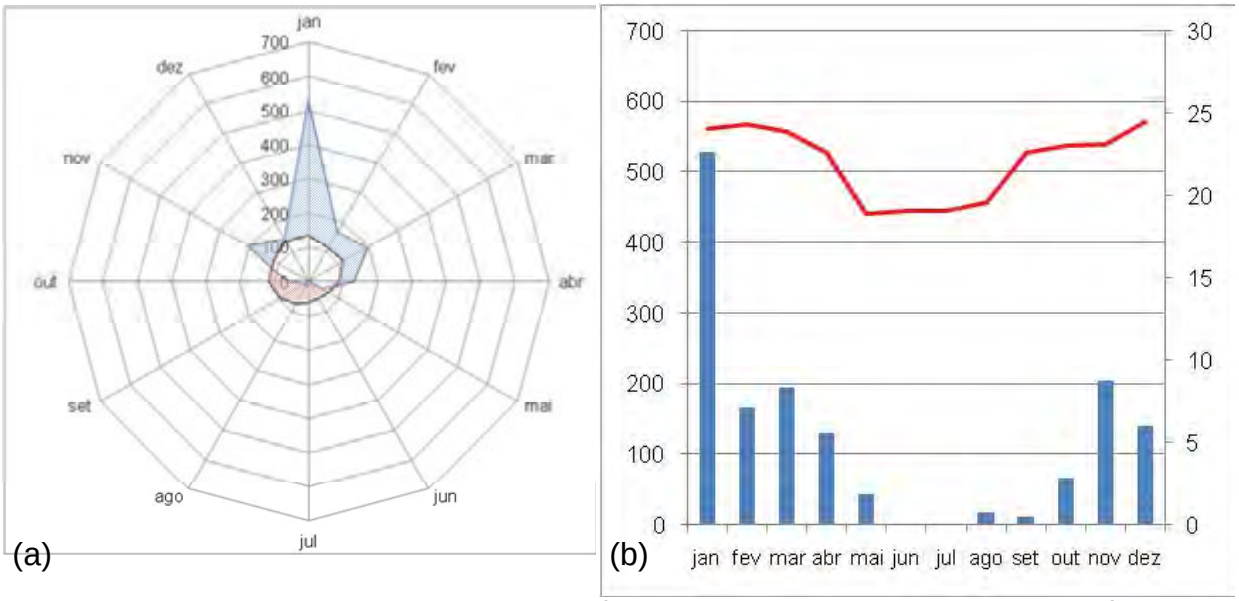


Figura 41: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2003, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

Em 2004 e 2005, último ano de análise climática, começa uma regularização das chuvas, mas ainda com risco de continuidade aos desastres climáticos (Figuras 42 e 43)

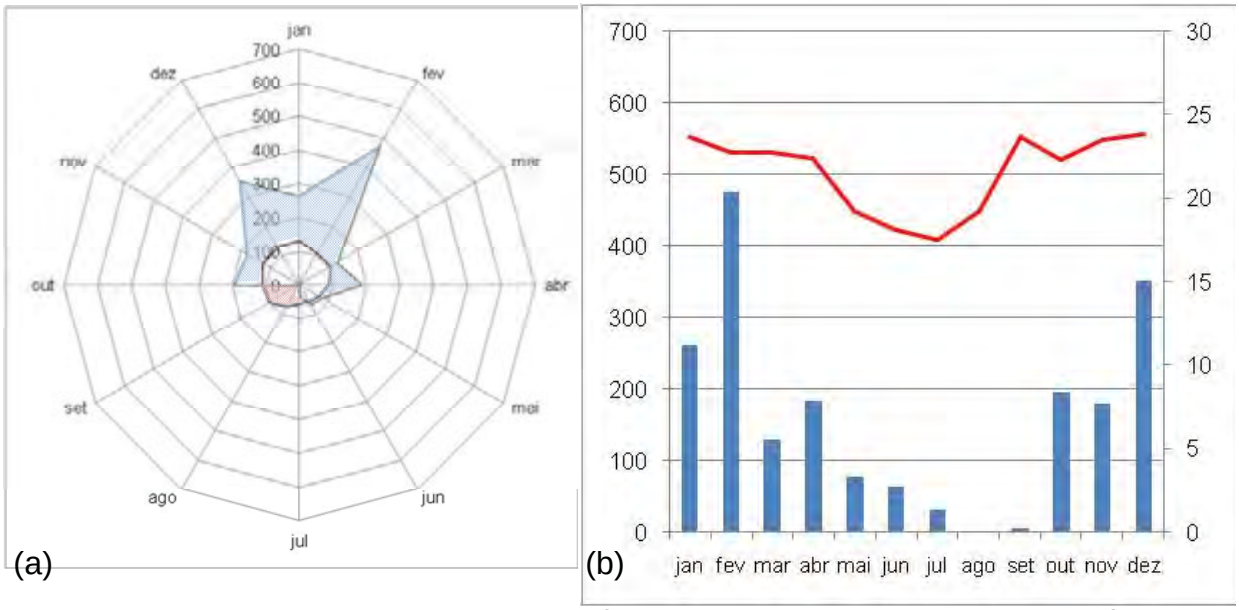


Figura 42: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2004, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

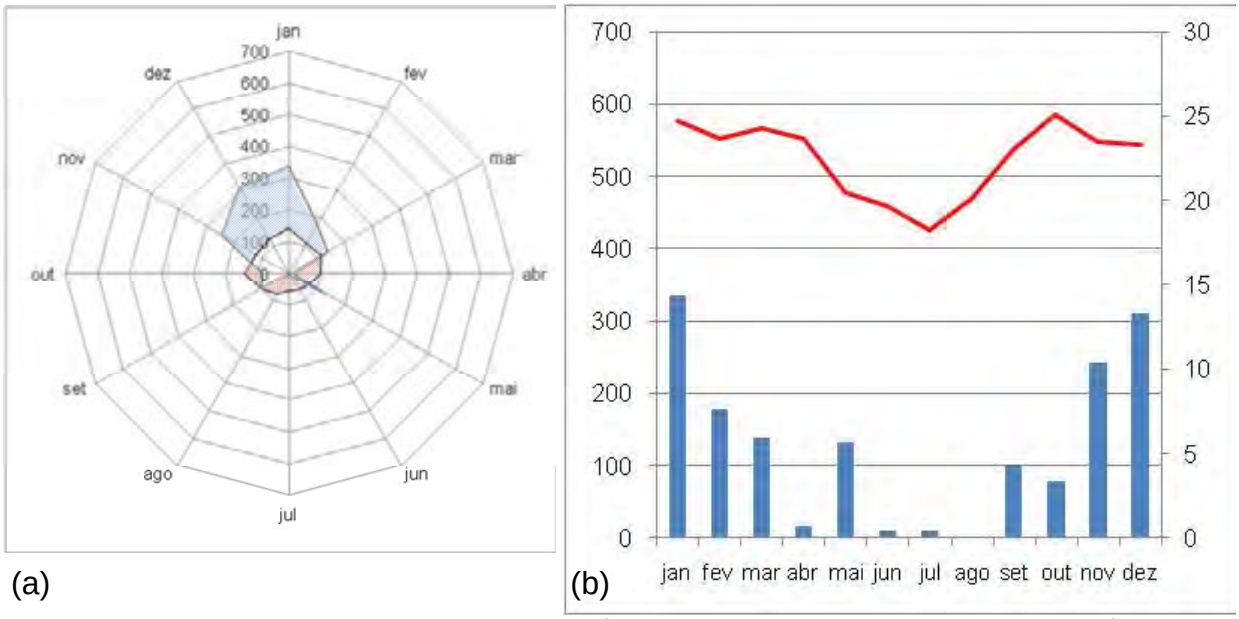


Figura 43: (a) distribuição da disponibilidade hídrica, com hachura azul indicando período de excedente hídrico e em vermelho de déficit hídrico; (b) as médias de precipitação (azul) e temperatura (vermelho) de Cristais Paulista no ano de 2005, ano de ocorrência de El Niño (CIIAGRO, 2009).

8. ANEXO 2

Valoração de Terras pelo Método de Storie (1993)

O desenvolvimento da produção das plantas depende principalmente do solo e em particular do grau em que este apresenta condições favoráveis para o crescimento e desenvolvimento das raízes. A variação destas características está relacionada de forma direta com sua origem, do modo de sua formação e sua idade ou estado de intemperização.

Para tanto, consideram-se 4 fatores gerais de análise: A) caráter do perfil do solo; B) a textura do solo; C) a inclinação do terreno; X) outros fatores modificantes como drenagem, salinidade, alcalinidade, acidez, condições de erosão, nível de fertilidade e microrrelevo.

No Índice de Storie, os solos são classificados por uma expressão numérica de acordo com o grau em que um solo apresenta condições favoráveis para o desenvolvimento de culturas, em boas condições ambientais de clima e umidade. Para a obtenção dos valores numéricos do terreno, é feito o cálculo, de acordo com a equação (I) a seguir:

$$\text{Índice de Storie} = \text{Fator A\%} \times \text{Fator B\%} \times \text{Fator C} \times \text{Fator X} \qquad \text{(I)}$$

A análise do Fator A leva em consideração as características do perfil de solos, que foi separado em grupos de características semelhantes para que possam ser identificados com mais facilidade. Em cada perfil, foram analisadas também características inerentes como, a textura, estrutura, consistência/ densidade e permeabilidade. Assim, os grupos de perfis de solo podem ser descritos como se seguem:

- *Grupo de perfis I*: são solos secundários, não intemperizados, de origem aluvial, de fundo de rios, planícies de inundação, delta aluvial ou transporte recente. Inclui também solos depositados ou trabalhados pela ação dos ventos. A profundidade é maior que 1,80m e constituem os solos agrícolas mais valiosos sendo propício para o cultivo de frutíferas, hortaliças e cultivos

de plantas com raízes profundas. Apresentando todas essas características, o solo recebe a pontuação de 100%; se a profundidade diminui para 0,6m, recebe de 50 a 60%; com profundidade de 0,9m, a pontuação é de 70%; se o subsolo for constituído de cascalhos ou argila estratificada, a pontuação vai de 80 a 95%.

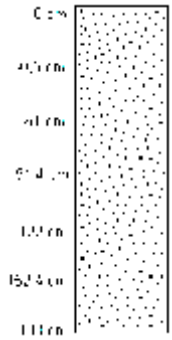
PERFIL	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA E DENSIDADE	PERMEABILIDADE
	Franca	Granular	Friável	Permeável
	Franca (estratificado)	Em torrões suaves	Friável	Permeável

Figura 44: Exemplo de perfil do Grupo I para o Índice de Storie equivalente a 100% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis II*: são solos secundários ligeiramente intemperizados, também de deltas aluviais jovens, planícies de inundação e outros depósitos secundários. Originário de depósitos pela água ou vento com perfil ligeiramente desenvolvido, evidenciando-se pouca compactação ou acumulação ligeira de argila no subsolo, o que diminui a pontuação com relação ao grupo I, podendo variar de 95 a 100%. Esses solos têm mais de 1,80m de profundidade e devido à semelhança com o grupo I pode-se igualar nos estudos de mapeamento de solos. A determinação das porcentagens dá-se da mesma forma que o grupo I.

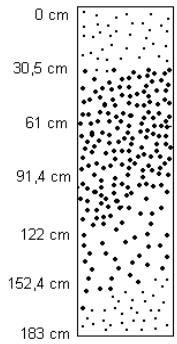
PERFIL	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA E DENSIDADE	PERMEABILIDADE
	Franca arenosa	Granular	Friável	Permeável
	Franca com arenito	Muito suavemente em torrões	Muito ligeiramente compacta	Permeável
	Franca arenosa			

Figura 45: Exemplo de perfil do Grupo II para o Índice de Storie equivalente a 97% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis III*: são solos originários de deltas aluviais mais antigos, planícies aluviais ou terraços com perfil moderadamente desenvolvido (subsolo moderadamente denso). Este grupo consta de solos depositados pela água e pelo vento, sujeitos à intemperização por um tempo suficiente para desenvolver características muito distintas dos grupos mais recentes. Tem perfis com evidente acumulação de argila em camadas de subsolo moderadamente compactadas, sendo menos permeável à umidade e raízes. São solos bons, mas de valor menor que o dos grupos I e II. De acordo com estas características, pode-se determinar tal perfil com valor de 80 a 95%; se possui profundidade de 0,6m, o valor cai para 40 a 60%; com profundidade de 0,9m, pode-se dizer que tem valor de 60 a 70%; contendo muito cascalho no subsolo, o valor vai para 60 a 95%.

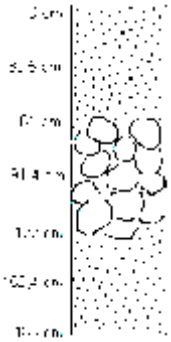
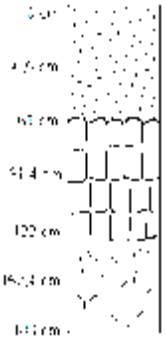
PERFIL	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA E DENSIDADE	PERMEABILIDADE
	Franca arenosa	Granular a suavemente em torrões	Friável	Permeável
	Franca argilosa arenosa	Torrões duros de forma irregular	Moderadamente compacta	Lentamente permeável
	Franca arenosa	Suavemente em torrões	Ligeiramente compacta	Permeável

Figura 46: Exemplo de perfil do Grupo III para o Índice de Storie equivalente a 90% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis IV*: solos de planície ou terraços mais antigos, com subsolo de argila densa (perfis fortemente desenvolvidos), caracterizados por uma capa de subsolo argiloso denso, plástico, que rompe quando está seca e forma agregados duros e densos. Tem origem aluvial ou marinha, e foram modificados notavelmente tanto na sua forma física quanto composição química depois de depositados, todos têm o solo superficial lixiviado e muitos desse grupo têm baixa quantidade de nutrientes para as plantas. O solo se satura facilmente após chuvas fortes devido ao subsolo compacto, onde, logo abaixo é formado por material permeável, em alguns casos de material solto, em outros bastante compacto. A qualificação depende fortemente da profundidade da capa de argila, podendo-se expor como exemplo um solo

com a camada argilosa situada entre 0,61 a 1,22m tem como valor qualitativo de 60%.

- 

PERFIL	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA E DENSIDADE	PERMEABILIDADE
	Franca	Granular	Friável	Permeável
	Argilosa	Colunar	Compacta	Muito lentamente permeável
	Franca	Torrões de dureza média	Bastante compacta	Lentamente permeável

Figura 47: Exemplo de perfil do Grupo IV para o Índice de Storie (STORIE, 1970) equivalente a 60%.

- *Grupo de perfis V*: solos em planícies e terraços mais antigos que têm capas de subsolo de terra dura, obtido pela idade ou estado maduro de intemperização e estão caracterizados pelo horizonte do subsolo cimentado como rocha. O verdadeiro estrato duro subjacente não amolece pela saturação com água. Existem dois tipos de estratos duros: os que são cimentados por óxido de ferro e os que são cimentados por cal, que são menos duros que os férricos, sendo possível rompê-lo com ferramentas de trabalho profundas. O conteúdo orgânico dos estratos duros em geral é baixo e a fração de argila endurece ao secar o que torna o manejo difícil. A qualificação baseia-se na profundidade da capa dura, sendo que se estiver a menos de 0,3m, o valor é de 5 a 20%; se estiver entre 0,3 e 0,6m, o valor se estabelece entre 20 e 30%; se estiver entre 0,6 e 0,9m, o valor é de 30 a 40%; se estiver entre 0,9 e 1,2m, o valor passa de 40 a 50%; se a profundidade estiver entre 1,2 e 1,8m, o valor é de 50 a 80%.

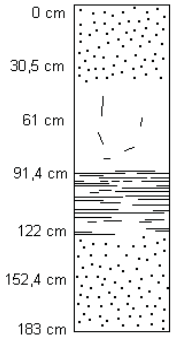
PERFIL	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA E DENSIDADE	PERMEABILIDADE
	Franca	Torrões pequenos	Friável quando úmido, firme quando seco	Permeável
	Argilosa	Blocos	Muito compacta	Muito lentamente permeável
		Massiva	Muito densa, ferro e sílica cimentados	Relativamente impermeável
	Franca	Torrões moderadamente duros	Ligeiramente compactas	Permeável

Figura 48: Exemplo de perfil do Grupo V para o Índice de Storie equivalente a 30% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis VI*: solos de terraços mais antigos com subsolo denso de argila sobre material moderadamente consolidado ou bem consolidado. O valor é relativamente baixo devido à superfície lixiviada, ao subsolo de textura pesada e em particular devido ao substrato duro que, mesmo composto de sedimentos, é em especial rochoso. O solo superficial em geral tem menos de 38cm de espessura e o subsolo de argila densa varia de 25 a 60 cm. A base para a qualificação destes perfis é a profundidade até o substrato e a natureza deste, variando de 30 a 70%.

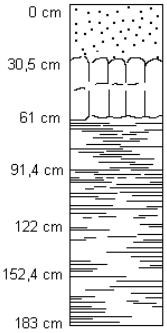
PERFIL	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA E DENSIDADE	PERMEABILIDADE
	Arenosa fina a argilosa	Granular	Friável	Permeável
	Argilosa	Blocos colunares	Muito compacta	Muito lentamente permeável
	Variável	Massivo	Consolidada	Relativamente impermeável

Figura 49: Exemplo de perfil do Grupo VI para o Índice de Storie equivalente a 40% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis VII*: se formam em terras altas por meteorização das rochas ígneas duras com um desenvolvimento de subsolo. A topografia destes solos é quebrada, inclinada a muito inclinada. As qualificações baseiam-se na profundidade do solo até a rocha: menos de 0,3m considera-se de 10 a 30%;

de 0,3 a 0,6m, de 30 a 50%; de 0,6 a 0,9m, de 50 a 70%; de 0,9 a 1,2m, de 70 a 80%; de 1,2 a 1,8m de 80 a 100%.

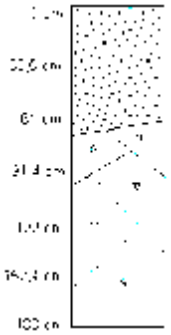
PERFIL	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA E DENSIDADE	PERMEABILIDADE
	Franca arenosa Franca com arenito	Granular Suavemente em torrões	Friável Muito ligeiramente compacta	Permeável Permeável Granito

Figura 50: Exemplo de perfil do Grupo VII para o Índice de Storie equivalente a 45% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis VIIc*: formam-se em terras altas pela intemperização das rochas ígneas duras e têm uma forte acumulação de argila no subsolo. Ocupam uma topografia de inclinação ligeira, ondulada ou quebrada. A qualificação se baseia na profundidade até a rocha e a espessura e densidade da camada do subsolo: se a rocha se encontra a 0,3 a 0,6m de profundidade, recebe de 20 a 40%; se a profundidade é de 0,6 a 0,9m, recebe de 40 a 60%; se é de 0,9 a 1,2m, é de 60 a 70%; se é de 1,2 a 1,8m, recebe de 70 a 90%.

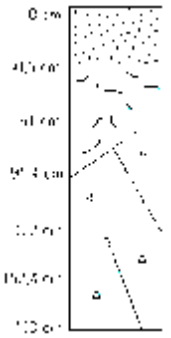
PERFIL	TEXTURA	ESTRUTURA	CONSISTÊNCIA E DENSIDADE	PERMEABILIDADE
	Franca arenosa Argila	Granular Dura em torrões quando seco	Friável Moderadamente compacta	Permeável Muito lentamente permeável Granito

Figura 51: Exemplo de perfil do Grupo VIIc para o Índice de Storie (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis VIII*: formam-se em terras altas pela intemperização das rochas sedimentares duras, com um desenvolvimento ligeiro a moderado do subsolo. Normalmente ocupam topografia quebrada, de colinas, inclinada ou muito inclinada. As qualificações variam conforme a profundidade até a rocha:

se é menor que 0,3m, recebe de 10 a 30%; se é de 0,3 a 0,6m, recebe de 30 a 50%; se é de 0,6 a 0,9m, é de 50 a 70%; se é de 0,9 a 1,2m, recebe de 70 a 80%; se é de 1,2 a 1,8m, recebe de 80 a 100%.

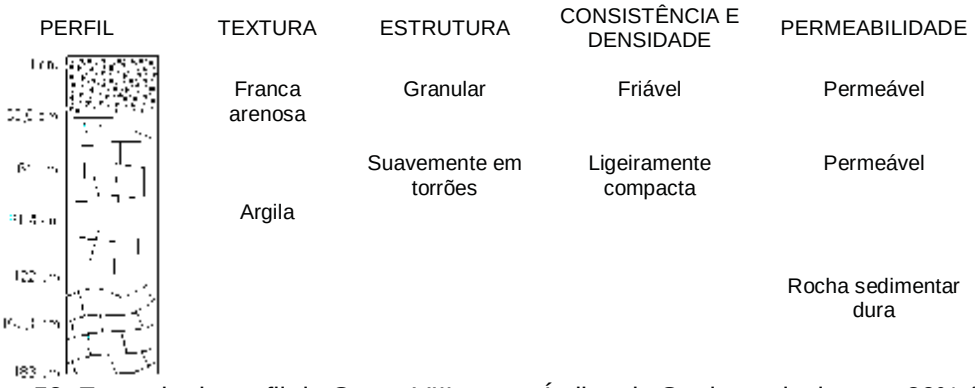


Figura 52: Exemplo de perfil do Grupo VIII para o Índice de Storie equivalente a 80% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis VIIIc*: formam-se em terras altas em rochas sedimentares duras e têm forte acumulação de argila no subsolo. Estes perfis, mais desenvolvidos, ocupam uma topografia mais uniforme que o grupo VIII. A inclinação é de ligeira a ondulante. As qualificações baseiam-se na profundidade até a rocha e a permeabilidade do subsolo: se a profundidade até a rocha é de 0,3 a 0,6m, recebe de 20 a 40%; se é de 0,6 a 0,9m, recebe de 40 a 60%; se é de 0,9 a 1,2m, recebe de 60 a 70%; se é de 1,2 a 1,8m, recebe de 70 a 85%.

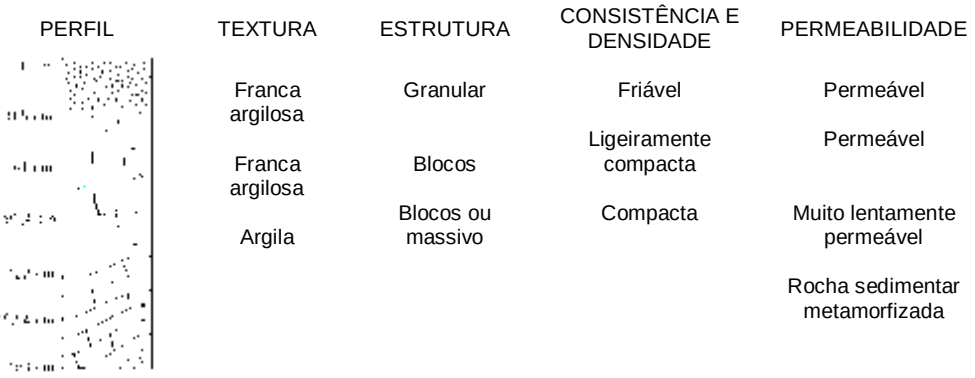


Figura 53: Exemplo de perfil do Grupo VIIIc para o Índice de Storie equivalente a 70% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis IX*: formam-se em terras altas em material sedimentar suavemente consolidado e tem um de pouco a moderado desenvolvimento do subsolo. Ocupam uma topografia quebrada, de colinas, inclinado ou muito

inclinado. As qualificações baseiam-se na profundidade até a rocha mãe suavemente consolidada: se é menor que 0,3m, recebe de 20 a 40%; se é de 0,3 a 0,6m, recebe de 40 a 60%; se é de 0,6 a 0,9m recebe de 60 a 80%; se é de 0,9 a 1,2m, recebe de 80 a 90%; se é de 1,2 a 1,8m, recebe de 90 a 100%.

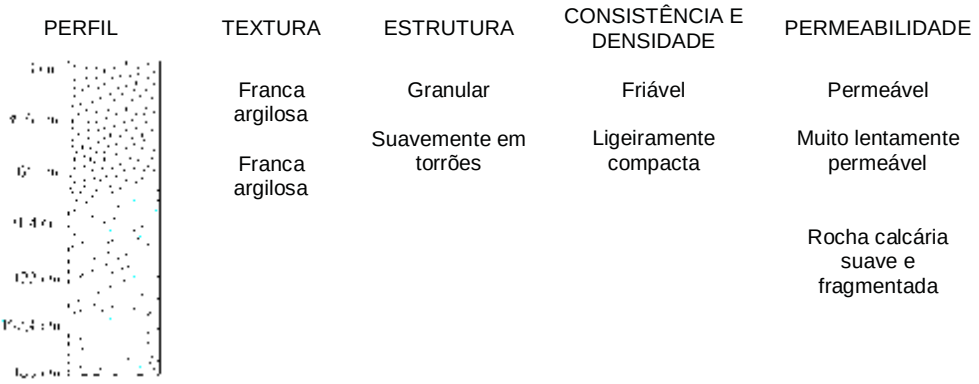


Figura 54: Exemplo de perfil do Grupo IX para o Índice de Storie equivalente a 60% (STORIE, 1970).

- *Grupo de perfis IXc*: formam-se em terras altas em material suavemente consolidado e tem uma forte acumulação de argila no subsolo. Sua topografia é de inclinação ligeira a ondulada. As qualificações se dão a partir da profundidade até a rocha-mãe, no seu grau de consolidação e na permeabilidade do subsolo: se a profundidade é de 0,3 a 0,6m, recebe de 20 a 35%; se é de 0,6 a 0,9m, recebe de 35 a 55%; se é de 0,9 a 1,2m, recebe de 55 a 70%; se é de 1,2 a 1,8m, recebe de 70 a 85%.

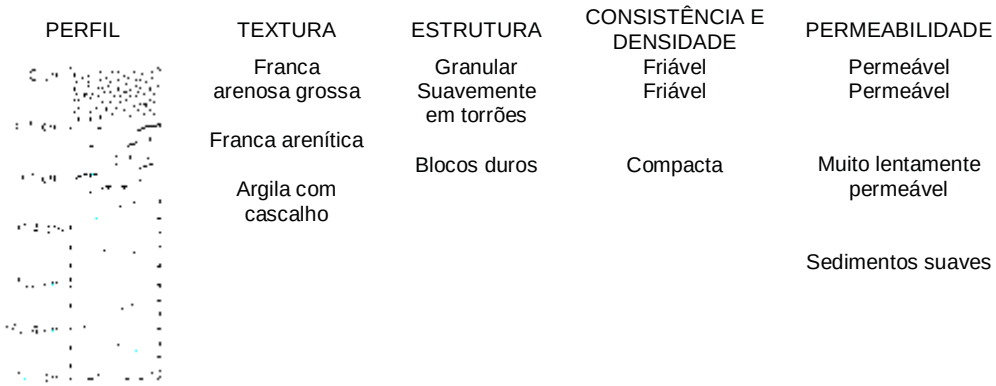


Figura 55: Exemplo de perfil do Grupo IXc para o Índice de Storie equivalente a 40% (STORIE, 1970).

O Fator B compreende características dos solos superficiais, em especial a sua textura, independentemente do subsolo. A textura ou composição física controla

em muito a capacidade retentiva da água, a permeabilidade à umidade, a facilidade de trabalho, a plasticidade, a pegajosidade do solo úmido e a friabilidade e dureza do solo seco. Assim, os solos de textura extremamente pesada, que têm uma porcentagem elevada de partículas de argila são mais difíceis e trabalhar, além de ter outras desvantagens. Já solos com grande porcentagem de areia ou seixos, não retém água nem nutrientes tão bem como os de textura mais fina. A qualificação de cada textura apresenta-se na Tabela 13.

Dessa forma, os solos de textura média recebem a qualificação mais elevada, pois, por não conter areia ou argila em excesso, têm uma consistência média suave, absorvem a água rapidamente, têm boa capacidade retentiva de água, são friáveis e de fácil manuseio, não formam lama facilmente nem formam torrões duros, e em geral, se mantêm mais facilmente nas condições boas para o trabalho.

A textura franca, franco siltosa e a franco-arenosa fina recebem as qualificações mais altas, pois têm boa capacidade retentiva de água (18 a 40% por peso seco) e retém uma elevada quantidade disponível. Estes são os solos de melhor textura para os cultivos intensivos de hortaliça, pois precisa conseguir umidade e nutrientes em um volume relativamente pequeno de solo.

As franco-arenosas são ligeiramente mais baixos porque não têm o poder de reter tanta água e não possuem a mesma variedade de usos.

As franco-argilosas calcárias siltosas e as argilosas calcárias têm uma elevada capacidade retentora de água, mas devido ao alto conteúdo de argila se qualificam em 90 a 95%.

As franco-argilosas não calcárias e as franco-argilosas siltosas se encharcam com maior facilidade e se tornam duros quando seca. Sua amplitude geral na adaptação aos cultivos é mais baixa que o migalhoso ou o migalhoso siltoso, o que torna a qualificação mais baixa.

Os solos argilosos são pegajosos quando estão úmidos e as argilas não calcárias são muito duras quando estão secas. Uma das formas de melhorar esta condição é a adição de cal ou matéria orgânica para formar agregados e diminuir a plasticidade e a dureza da massa e aumentar a facilidade de manejo. Em contrapartida, os compostos de sódio exercem um efeito defloculante na massa do solo, tornando-o menos permeável e mais difícil de trabalhar. Tais solos estão melhores adaptados para os cultivos de cereais incluindo o arroz.

Os solos de textura grossa são compostas por areias de tamanhos variáveis e o silte e a argila estão a menos de 15% do total das partículas. A proporção de partículas de areia faz com que estes solos sejam abertos e friáveis. A penetração da água através da massa é bastante rápida e excessiva nas areias mais grossas, sendo que a capacidade normal de umidade pode variar de 2 a 3% na areia grossa e até 7 a 10% nas areias finas. O ar se movimenta rapidamente através do solo arenoso e estes se esquentam no verão com maior rapidez que os solos de textura mais pesada. Este fator se torna conveniente para produção de hortaliças em grande escala. Devido à escassez de nutrientes, é preciso uma adubação intensa com matéria orgânica ou fertilizantes artificiais, sendo que o intervalo de aplicação precisam ser curtos devido à capacidade retentiva de umidade das areias serem pequenas.

A presença de concreção no solo interfere nas operações de trabalho, e nos casos de solos de textura mais leve abaixam notavelmente a capacidade de retenção da água.

Tabela 13: Texturas e suas respectivas qualificações para o Índice de Storie (STORIE, 1970).

Solos de textura média	
franco-arenosa fina	100%
Franca	100%
Franco-siltosa	100%
Franco-arenosa	95%
Franco-argilosa siltosa calcária	95%
Franco-argilosa siltosa não calcária	90%
Franco-argilosa calcária	95%
Franco-argilosa não calcária	85 - 90%
Franco-arenosa grossa	90%
Solos pesados ou de textura fina	
Argila siltosa muito calcária	70 - 90%
Argila muito calcária	70 - 80%
Argila siltosa não calcária	60 - 70%
Argila não calcária	50 - 70%
Solos leves ou de textura grossa	
Areia cascalhenta	80%
Areia muito fina	80%
Areia fina	65%
Areia	60%
Areia grossa	30 - 60%

Solos com concreções (seixos, conglomerados)	
Franco-arenosa com concreções finas	70%
Franca com concreções	70%
Franco-siltosa com concreções	70%
Franco-arenosa com concreções	65%
Franco-argilosa com concreções	55 - 60%
Argila com concreções	35 - 55%*
Areia com concreções	20 - 30%
Solos pedregosos	
Franco-arenosa fina pedregosa	70%
Franca pedregosa	70%
Franco-siltosa pedregosa	70%
Franco-arenosa pedregosa	65%
Franco-argilosa pedregosa	60 - 70%
Argila pedregosa	35 - 55%*
Areia pedregosa	10 - 40%*

* variável

O Fator C é determinado pela declividade, característica muito importante para o uso da terra. Os solos muito inclinados são difíceis de trabalhar, e os solos de áreas montanhosas possuem menor valor. As inclinações em um sentido são

indicadas por letras sozinhas, enquanto que letras dobradas indicam inclinações compostas. A porcentagem da inclinação expressa a quantidade de metros que se eleva ou desce o solo em 100m de Tabela 14.

Tabela 14: Declividades e suas respectivas qualificações para o Índice de Storie (STORIE, 1970).

A	Quase a nível (0 a 2%)	100%
AA	Ligeiramente ondulada (1 a 2%)	95 - 100%
B	Inclinação ligeira (3 a 8%)	95 - 100%
BB	Ondulada (3 a 8%)	85 - 100%
C	Inclinação moderada (9 a 15%)	80 - 95%
CC	Quebrada (9 a 15%)	80 - 95%
D	Inclinação forte (16 a 30%)	70 - 80%
DD	Montanhosa (16 a 30%)	70 - 80%
E	Inclinada íngreme (30 a 45%)	30 - 50%
F	Muito íngreme (mais de 45%)	5 - 30%

No Fator X, consideram-se condições distintas do perfil, textura do solo e inclinação, compreendendo a drenagem, conteúdo de álcali ou sal, nível geral de nutrientes, acidez, erosão e microrrelevo. São condições que o homem pode modificar pelo tratamento dos solos e que se denominam fatores mutáveis.

- *Drenagem*: solos com nível freático elevado ou flutuante possuem menor valor que os bem drenados. A história passada da drenagem de um solo e a probabilidade de que este pode se saturar de água em sua futura utilização devem ser consideradas em qualquer valoração de solo. A classificação e qualificação da drenagem estão descritos na Tabela 15.
- *Salinidade, alcalinidade e outras condições tóxicas*: os solos salinos contêm sais solúveis (cloretos e sulfatos) que se acumulam nos solos desérticos ou semidesérticos pela má drenagem e a evaporação excessiva na superfície. Os solos alcalinos são solos salinos com pH de 8,5, ou mais, e têm alto conteúdo de sódio. A ação prejudicial dos sais e álcali depende da quantidade presente no solo, de sua posição no perfil, sua composição química, a textura do solo e a quantidade de umidade. A classificação e as respectivas qualificações estão na Tabela 16.

Tabela 15: Drenagem e suas respectivas qualificações para o Índice de Storie (STORIE, 1970).

Bem drenado	Solos onde o nível da água é profundo e não há probabilidade de que se inundem	100%
Drenagem regular	Solos onde a água subterrânea está em nível baixo e não pode causar dano às plantas de cultivo e onde qualquer água em excesso pode ser controlada por meio de drenos artificiais com um custo baixo ou moderado. Áreas onde podem ocorrer inundação por curto período de tempo também se colocam nesta classe	80 a 90%
Moderadamente inundado	Solos onde o nível permanente de água está bastante próxima da superfície e só se podem cultivar plantas com raízes pouco profundas	40 a 60%
Fortemente inundado	Solos onde a água do solo está sempre próximo da superfície, de modo que só se cultivam gramíneas silvestres muito raquíticas	10 a 40%
Sujeito a inundação freqüente	Qualificação variável que depende do grau da inundação	20 a 80%

Tabela 16: Graus de salinidade e alcalinidade para o Índice de Storie (STORIE, 1970).

Livre de álcali	Solos cujo conteúdo de sal ou álcali está tão baixo ou está distribuído uniformemente por todo o perfil do solo, de modo que não é prejudicial para as plantas de cultivo	100%
Áreas ligeiramente afetadas	Solos cujo conteúdo de sal ou álcali tem ligeiro efeito sobre as plantas de cultura, porém pode impedir o desenvolvimento da maioria das frutíferas.	60 a 95%
Áreas moderadamente afetadas	Solos com uma quantidade média de sal ou de álcali, o que pode reduzir o rendimento dos cultivos de campo. Somente plantas tolerantes a sal se desenvolvem	30 a 60%
Áreas afetadas moderada a fortemente	Não recomendável para plantas de cultivo	15 a 30%
Áreas fortemente afetadas	O conteúdo total de sal ou álcali é tão alto que impede a produção de cultivos	5 a 15%

- *Nível de nutrientes*: é a capacidade do solo para abastecer as plantas com nitrogênio, fósforo, potássio e os elementos menores. Como as plantas respondem à composição química do solo, um estudo dos antecedentes de cultivo pode ser utilizado como base para obtenção de informações. A qualificação de acordo com o nível de nutrientes encontra-se na Tabela 17.

Tabela 17: Nível de nutrientes e sua qualificação quanto ao Índice de Storie (STORIE, 1970).

Alto, bom	100%
Regular	95%
Mau	80 - 95%
Muito mau	60 - 80%

- *Acidez*: a qualificação dos solos reduz conforme o grau de acidez, já que a maioria das plantas agricultáveis se danifica pela excessiva acidez do solo. Os solos muito ácidos estão, em geral, muito lixiviados, o que os converte em solos baixos em cálcio, magnésio e fósforo. A qualificação varia de 80 a 95%.

- *Erosão*: todos os solos que possuem alguma declividade e pouca vegetação se erosionam em certo grau. A erosão se intensifica com a eliminação da cobertura vegetal protetora, chuva intensa, sobrepastoreio, ondulações e uso de cultivos pouco adequados. A erosão pode ser laminar, quando se elimina uma espessura do solo, ou por voçorocamento, formada por enxurradas de água. O usuário da terra se preocupa muito mais com o voçorocamento por ser um processo que afeta as operações agrícolas. No entanto, a erosão laminar também deve ser levada com certa importância por mobilizar o solo superficial gradual e lentamente, diminuindo a fertilidade do solo. Quando o material do solo é mobilizado pelo vento, é chamado de erosão eólica. O depósito do material erosionado é prejudicial se a textura é grossa, ou de suficiente espessura que cubra as plantas cultivadas. A erosão pode ser classificada como se segue na Tabela 18, já a qualificação encontra-se na Tabela 19:

Tabela 18: Classes de erosão (STORIE, 1970).

Erosão ligeira	Menos de 25% do solo superficial eliminado
Erosão moderada por água	Erosão laminar moderada com até 50% do solo superficial eliminado; o subsolo aparece em alguns lugares
Erosão grave por água	Com quase toda a superfície eliminada, de tal maneira que o subsolo se mostra em mais de 50% da área erosionada
Erosão muito grave por água	Perda de todo o solo superficial e parte do subsolo
Deslizamentos de terras	Em geral onde se acumula água excessivamente no subsolo; com freqüência ocorre em terrenos com argila endurecida
Erosão moderada por vento	Formação de pequenas dunas
Erosão eólica intensa	Empilhamento de material arenoso em grandes dunas

Tabela 19: Qualificação de erosão para Índice de Storie (STORIE, 1970).

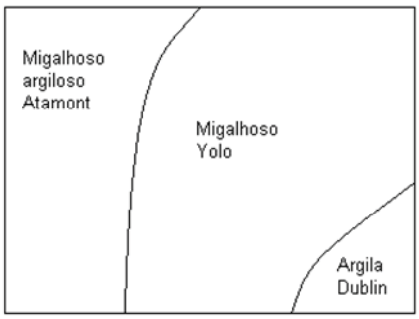
Nada a ligeira	100%
Depósito prejudicial	75 a 95%
Erosão laminar moderada	85 a 95%
Voçorocas ocasionais pouco profundas	70 a 90%
Erosão laminar moderada com voçorocas pouco profundas	60 a 80%
Voçorocas profundas	10 a 70%
Erosão laminar moderada com voçorocas profundas	10 a 60%
Forte erosão laminar	50 a 80%
Forte erosão laminar com voçorocas pouco profundas	40 a 50%
Forte erosão laminar com voçorocas profundas	10 a 40%
Erosão muito forte	10 a 40%
Erosão eólica moderada	80 a 95%
Erosão eólica forte	30 a 80%

- *Microrrelevo*: compreende as irregularidades da superfície do solo. A sua classificação e qualificação encontra-se na Tabela 8.

Tabela 20: Microrrelevo e as respectivas qualificações para o Índice de Storie (STORIE, 1970).

Liso	100%
Curso de rio ou corte de água que não podem ser cruzadas por máquina	60 a 95%
Superfície ondulante no terreno com estrato cimentado ou capas de argila	60a 95%
Superfície ondulada com elevações de 0,3 a 1,2m de altura; geralmente ocorrem em solos desérticos	80 a 95%
Superfície ondulada de montículos de 1,3 a 3,3m de altura; geralmente ocorrem em solos arenosos do deserto	20 a 60%
Montes de areia com 3,0 a 12m de altura	10 a 40%

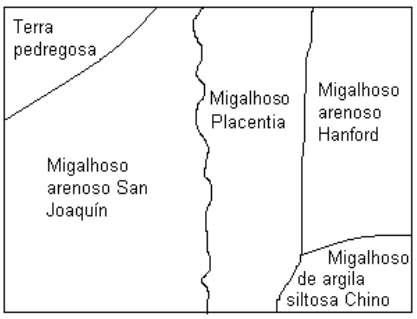
Para a realização da valoração em uma propriedade, onde possui mais de um tipo de solo, é necessário realizar um cálculo ponderando o valor qualificado pelo Índice para cada solo e a sua extensão territorial. A seguir estão demonstrados dois exemplos deste cálculo:



		Índice		Superfície		
Migalhoso	argiloso	59%	X	75	=	4.425
Altamont						
Migalhos Yolo		100%	X	146	=	14.600
Argila Dublin		54%	X	19	=	1026
		Totais		240		20.051

Qualificação do terreno: 20.051 / 240 = 83,5

Figura 56: Exemplo de cálculo da qualidade do terreno hipotético A segundo o Índice de Storie (STORIE, 1970).



	Índice		Superfície		
Migalhoso argilo siltoso Chino	38%	X	11	=	418
Migalhoso arenoso Hanford	95%	X	32	=	3.040
Migalhoso Placentia	52%	X	58	=	3.016
Terra pedregosa	2%	X	21	=	42
Migalhoso arenoso San Joaquín	33%	X	118	=	3.894
	Totais		240		10.410

Qualificação do terreno: 10.410 / 240 = 43

Figura 57: Exemplo de cálculo da qualidade do terreno hipotético B segundo o Índice de Storie (STORIE, 1970).

Para a representação cartográfica, são estabelecidas seis categorias ou graus de solo para agricultura com os seguintes valores de qualificação do Índice de Storie:

Grau 1: Excelente. Solos cujo índice varia entre 80 e 100%, adequados para uma ampla variedade de plantas de cultivo (onde há suficiente umidade), entre elas a alfafa, árvores frutíferas, hortaliças e culturas de campo. Os solos do grau 1 são adequados especialmente para as plantas de raízes profundas.

Grau 2: Bom. Solos cujo índice varia entre 60 e 79%, adequados para a maioria das plantas de cultivo (onde há umidade suficiente). Os rendimentos são geralmente bons a excelentes.

Grau 3: Regular. Solos que se qualificam entre 40 e 59% e que geralmente são de boa qualidade, com uma variação menos ampla que os graus 1 e 2. Dão bons resultados, entre outros cultivos especializados, como o arroz em locais de clima bom para esta gramínea.

Grau 4: Baixo. Solos de índice entre 20 e 39% com pouca amplitude de possibilidades agrícolas. Alguns são bons para o arroz e para pastos, mas não servem para muitos outros usos.

Grau 5: Muito mal. Solos de índice entre 10 e 19% de uso muito limitado. Só servem para pastos por suas condições adversas de pouca profundidade ou por sua irregularidade da superfície e seu conteúdo de álcali.

Grau 6: Não agrícola. Solos cujo índice é menor de 10%, entre eles terras pedregosas. São terrenos formados por rios e cobertos por inundações.

Orientador: Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda

Aluna: Marcia Sayuri Morinaga