
ECOLOGIA

MAYARA NICOLAU FERREIRA

**ECOLOGIA DE CULTIVOS:
CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS ECOLÓGICOS DOS
DIFERENTES CULTIVOS NO MUNICÍPIO DE CRISTAIS
PAULISTA-SP**



Rio Claro
2012

MAYARA NICOLAU FERREIRA

ECOLOGIA DE CULTIVOS: CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS
ECOLÓGICOS DOS DIFERENTES CULTIVOS NO MUNICÍPIO DE
CRISTAIS PAULISTA-SP

Orientador: PROF. DR. JAIRO ROBERTO JIMÉNEZ-RUEDA

Co-orientadora: DR. LUZIANE SANTOS RIBEIRO

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
2012

581.5
F383e Ferreira, Mayara Nicolau
 Ecologia de cultivos: caracterização dos aspectos ecológicos dos
 diferentes cultivos no município de Cristais Paulista - SP / Mayara Nicolau
 Ferreira. - Rio Claro : [s.n.], 2012
 132 f. : il., figs., tabs., quadros, mapas

 Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual
 Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro
 Orientador: Jairo Roberto Jiménez-Rueda
 Co-Orientador: Luziane Santos Ribeiro

 1. Ecologia vegetal. 2. Planejamento territorial. 3. Zoneamento
 agrícola. 4. Edafoclimático. 5. Diagnóstico zero. 6. Geoprocessamento. I.
 Título.

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

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus amados pais, irmãos, toda a família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente ao Único que é digno de receber a honra, a glória e o louvor, aquele perante o qual somos mais que vencedores, a Jesus Cristo, Rei dos Reis e Senhor dos Senhores que me capacitou e abençoou grandemente neste trabalho operando milagres em minha vida. Só estou entregando meu TCC graças a ti Jesus. Obrigada serei eternamente grata!!!

Ao meu querido e amado orientador e mentor Jairo Roberto Jiménez-Rueda, pelo apoio, atenção, puxões de orelha (de leve, sempre...rs) e principalmente pelo carinho e desvelo com o qual me amparou e sem o qual não conseguiria ter concluído esse estudo. Obrigada por tudo professor, nunca vou poder te agradecer o suficiente e jamais me esquecerei do senhor. Mi corazón será siempre tuyo.

Aos pais (Marcos Antonio Silva Ferreira e Maria Demétria Nicolau Ferreira) extraordinários que Deus me deu, pelo apoio de todos os dias, pelo carinho, pela atenção, pelo cuidado, preocupação, força, incentivo, e principalmente amor que me deram todos esses anos fora de casa. Pai e Mãe, AMO MUITO vocês, tudo isso é por e para vocês, sem os quais jamais chegaria aonde cheguei. Espero que um dia (e que seja próximo) eu possa retribuir todo o esforço que vocês fizeram para eu estar aqui. Obrigada papai e mamãe!!!

Aos meus irmãos (Miriã Nicolau Ferreira e Marcos Antonio Silva Ferreira Júnior) pelo carinho, atenção, apoio, incentivo e amor. AMO MUITO vocês, obrigada por tudo, e tudo isto e todo meu esforço também é por e para vocês.

Aos meus familiares (Ferreira e Nicolau) que me ajudaram e sempre estiveram ao meu lado. Obrigada a todos e que Deus os abençoe!!! Amo muito vocês!!!

Aos amigos Edvaldo Guedes Júnior e Celso Raphael de Pádua Pacola (casa 11) que me ajudaram a elaborar o mapa de recomendações e a fazer a correção de partes extremamente importantes do meu TCC, respectivamente. Muitíssimo obrigada!!! Serei eternamente grata a vocês, simplesmente salvaram minha vida, que Deus os abençoe grandemente.

Aos meus amigos e irmãos da maravilhosa casa 4 (especialmente, Bruno Souza Leite, Rafael Fabrício de Oliveira, Juliana Aparecida de Sousa, Jaqueline Porto e Maria Anatania Franco de Souza Pucci) que mais do que amigos se tornaram irmãos, me fazendo rir, me apoiando nos momentos difíceis, me consolando na tristeza e me fazendo rir nela também. Obrigada por sempre estarem ao meu lado e sempre poder contar com o carinho, amor, atenção, ajuda, ombro e paciência (que eu sei que vocês precisaram de muita para aguentar

minha pessoa e minhas chatices e manias) vocês sempre estarão no meu coração, muito sucesso para “nozes”, tenho certeza que Deus os abençoarão grandemente e sempre que precisarem de mim estarei super disposta a ajudá-los. AMO MUITO VOCÊS, Sucessoooooo!!!!Uh, é casa 4!!!!

Agradeço aos demais moradores da casa 4 que não são menos importantes que os outros e que também contribuíram para a minha formação e me ajudaram (Bruna Luisa de Jesus, Mayra Mello, Juliana Cardoso Daniel, Wellinton Rafael Rodrigues e Pedro Vinicius Martins). Amo muito vocês e sucesso para nós.

Às minhas queridas amigas de sala e vida Débora Najara, Lígia Pereira e Mariana Peres que Deus as abençoe grandemente e muito sucesso na vida e carreira de vocês, amo muito vocês e jamais me esquecerei de nossos momentos juntas.

Aos professores que contribuíram para a minha formação passando seus conhecimentos e experiências. Obrigada por tudo e que Deus os abençoe!!!

Aos funcionários da UNESP, principalmente aos da biblioteca que me ajudaram a formatar e referenciar meu TCC de acordo com as regras da ABNT e a Cíça secretária da vice-diretoria do IB que sempre me ajudou e sempre foi muito carinhosa e atenciosa comigo. Sucesso para vocês e que Deus os abençoe.

A todos os brasileiros que pagam impostos e que dessa forma possibilitou e financiou os meus estudos na Universidade, através do estudo gratuito, da moradia estudantil e da bolsa que tive em todos os anos de graduação, pois se não fosse dessa forma jamais teria conseguido me formar.

Aos amigos de Votuporanga (Anderson Lagoin Romero e Família, Aline Braga e Família) e todos os outros que não consigo nomear agora. Obrigada por tudo e que Deus os Abençoe!!!Amo Vocês.

E ao não menos importante, meu cachorro Sid, que sempre esteve do meu lado quando eu estava escrevendo meu TCC, dando apoio moral e me fazendo rir. Tbm te amo Sid.

Ao Fundunesp que possibilitou que eu fizesse meu TCC.

Obrigada a Todos e que Deus os abençoe, só cheguei onde cheguei por causa de vocês.

RESUMO

O planejamento é um instrumento essencial para a ocupação agrícola das terras, pois serve de suporte às atividades de produção de alimentos e de matérias-primas. Ele deve ser conduzido por meio de técnicas que proporcionem a sustentabilidade dessas atividades, de modo que também assegure o equilíbrio ambiental dos agroecossistemas. Pode-se considerar o uso inadequado das terras uma das causas de malogro das atividades agrícolas. Assim, a ocorrência de áreas de discrepâncias entre o uso efetivo (uso real) da terra e sua aptidão agrícola pode concorrer, em muitos casos, para o decréscimo da produtividade, bem como para a degradação dos solos. Dessa maneira, esta pesquisa pretende estudar as relações entre os cultivos temporários, semi-perenes, perenes e seu meio ambiente de desenvolvimento, determinando as características edafoclimáticas das paisagens. A partir de então, elabora-se uma carta temática de uso e ocupação do solo para a agricultura no município de Cristais Paulista – SP, visando descrever a organização espacial do uso da terra e da cobertura vegetal, e enfatizando manejo e práticas conservacionistas. Para isso, foram caracterizados fatores climáticos, fundamentalmente umidade, temperatura e luminosidade; edáficos, incluindo material parental, propriedades químicas e físicas, fertilidade, temperatura e zoneamento climático dos solos; bióticos, referentes à adequabilidade das diversas culturas já ou a serem implantadas; físicos, como geomorfologia, declividade, geologia, hipsometria e hidrologia; socioeconômicos, em especial épocas de produção e comercialização; e a maneira que todos eles, em conjunto, afetam a adaptação, a distribuição e a produção dos cultivos. Mediante essas informações, realizou-se o zoneamento da área de estudo com base nos 21 grupos edafoclimáticos obtidos, além de recomendações e sugestões de manejo para cada tipo de cultivo. A aplicação desse zoneamento fornece subsídios ao planejamento agrícola local, por meio de estudo detalhado e integrado do meio físico – principalmente climático e edafológico – e das culturas, pois visa um melhor uso da terra e maior rendimento aos produtores rurais. Essa prática pode mostrar-se bastante eficiente como ferramenta na gestão territorial agrônômica, não apenas no município em questão, mas também em outras áreas.

Palavras-chave: Planejamento territorial. Zoneamento agrícola. Edafoclimático. Diagnóstico zero. Geoprocessamento.

ABSTRACT

Planning is an essential instrument for the agricultural occupation of the lands, because it supports the activities of food production and raw materials. It must be driven by techniques that provide the sustainability of these activities, so that also ensures the environmental balance of agroecosystems. Lands misuse can be considered as one of the causes of frustration of agricultural activities. Thus, the occurrence of discrepancies between the effective use (real use) of the land and its agricultural aptitude can compete, in many cases, to the decrease of productivity, as well as for soil degradation. In this way, this research intends to study the relationship between the temporary cultivations, halfperennial cultures, perennial and its developmental environment, determining the edaphoclimatic characteristics of landscapes. From then on, a letter shall be subject to the use and occupation of the soil for agriculture in the municipality of Cristais Paulista-SP, aiming to describe the spatial organization of land use and vegetation cover, and emphasizing management and conservative practices. For that, climatic factors were characterized, fundamentally humidity, temperature and luminosity; edaphics, including parental material, chemical and physical properties, fertility, soil temperature and climatic zoning; biotic, referring to the suitability of different cultures or to be implanted; physical, such as geomorphology, slope, geology, hypsometry and hydrology; socioeconomic, in particular production and marketing seasons; and the way they all, together, affect the adaptation, distribution and production of crops. Using this information, the zoning of the area of study was done based on the 21 nominated groups obtained, in addition to recommendations and suggestions for handling each type of cultivation. The application of zoning provides subsidies to the local agricultural planning, through detailed and integrated study of the physical environment – mainly edaphologic and climate - and crop, since it aims at a better land use and higher income for farmers. This practice can be very efficient as a tool in managing agricultural land, not only in the municipality in question, but also in other areas.

Keywords: Territorial planning. Agricultural zoning. Edaphoclimatic. Zero diagnosis. Geoprocessing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Região Administrativa de Franca e os Municípios	
Constituintes	19
Figura 2 - Percentual de Cada Atividade Agropecuária em 2007/2008 de Cristais	
Paulista – SP.....	21
Figura 3 - Quantidade de Propriedades Rurais do Município de Cristais Paulista	
Contado de Acordo com as Áreas em Hectares.....	22
Figura 4 - Esboço da Distribuição das Unidades Litoestratigráficas no Estado de São	
Paulo	25
Figura 5 - Coluna Estratigráfica Formal e Aloformal de Ocorrência em Cristais Paulista	
.....	26
Figura 6 - Mapa Litológico – Formal e Aloformal de Cristais Paulista - SP	31
Figura 7 - Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo	32
Figura 8 - Mapa Geomorfológico do Município de Cristais Paulista-SP	34
Figura 9 - Mapa Pedológico de Cristais Paulista - SP	41
Figura 10 - Localização da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande e suas Sub-	
bacias	42
Figura 11 - Mapa do Clima na Região Sudeste, em Destaque o Nordeste Paulista	44
Figura 12 - Mapa Hipsométrico	45
Figura 13 - Mapa dos Tipos Climáticos de Acordo com a Classificação de Köppen na	
Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande.....	46
Figura 14 - Climograma da Média Histórica de 12 anos (1993-2005) com a Precipitação	
Média Mensal e a Evapotranspiração Potencial Média Mensal	48
Figura 15 – Mapa de Zoneamento Edafoclimático de Cristais Paulista - SP	50
Figura 16 - Representação Esquemática das Fisionomias do Cerrado	52
Figura 17 - Padrões de Vegetação Natural na UGRHI 08.....	54
Figura 18 - Mapa dos Teores de Nitrogênio de Cristais Paulista - SP.....	59
Figura 19 - Mapa dos Teores de Fósforo nos Solos de Cristais Paulista – SP	62
Figura 20 - Mapa dos Teores de Cálcio dos Solos de Cristais Paulista - SP	66
Figura 21 - Mapa de Saturação por Bases (V%) de Cristais Paulista – SP	79
Figura 22 - Mapa da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) de Cristais Paulista – SP ..	80
Figura 23 - Mapa do Teor de Matéria Orgânica (M.O) de Cristais Paulista - SP	81
Figura 24 - Mapa de Saturação por Alumínio do Município de Cristais Paulista – SP ..	82

Figura 25 - Mapa de Declividade de Cristais Paulista – SP	83
Figura 26 - Mapa de Recomendação Agrícola para o Município de Cristais Paulista – SP	86
Figura 27 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:C.....	91
Figura 28 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:C/LC	92
Figura 29 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:C/LR	93
Figura 30 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:LVA	94
Figura 31 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:NV	95
Figura 32 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:RQ	96
Figura 33 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:RQ/CX.....	97
Figura 34- Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:RQ/RL	98
Figura 35 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:C.....	99
Figura 36 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:C/LC	100
Figura 37 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:LVA	100
Figura 38 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:NV	101
Figura 39 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:RQ/CX...	101
Figura 40 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:RQ/RL...	102
Figura 41 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:C.....	103
Figura 42 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:C/LC	103
Figura 43 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:LVA	104
Figura 44 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:NV	105
Figura 45 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:Ojs.....	105
Figura 46 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:RQ/CX..	106
Figura 47 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:RQ/RL..	107
Figura 48 - Culturas Aptas Para Todo o Município, Suas Necessidades Climáticas e Épocas de Plantio.....	115
Figura 49 - Culturas Aptas Para Todo o Município e Suas Necessidades de Adubação	116
Figura 50 - Culturas Aptas Para Todo o Município, Seus Respectivos pH e Textura do Solo.....	116
Figura 51 - Culturas Aptas Para Todo o Município e Outras Características do Solo .	117
Figura 52 - Culturas Apropriadas para o Clima Aw, Suas Necessidades Climáticas e Épocas de Plantio.....	118
Figura 53 - Culturas para o Clima Aw e Suas Necessidades de Adubação do Solo	120
Figura 54 - Culturas Aptas Para o clima Aw, Seus Respectivos pH e Textura do Solo.	122

Figura 55 - Culturas Aptas Para o Clima Aw e Outras Características do Solo.....	124
Figura 56 - Culturas Aptas Para o Clima Cwa, Suas Respectives Necessidades Climáticas e Épocas de Plantio.....	126
Figura 57 - Culturas Aptas Para o Clima Cwa e Suas Necessidades de Adubação do Solo	127
Figura 58 - Culturas Aptas Para o Clima Cwa, Seus Respectives pH e Textura do Solo	128
Figura 59 - Culturas Aptas Para o Cwa e Outras Características do Solo	129
Figura 60 - Culturas Aptas Para o Clima Cwb, Suas Respectives Necessidades Climáticas e Épocas de Plantio.....	130
Figura 61 - Culturas Aptas Para o Clima Cwb e Suas Necessidades de Adubação do Solo	131
Figura 62 - Culturas Aptas Para o Clima Cwb, Seus Respectives pH e Textura do Solo	132
Figura 63 - Culturas Aptas Para o Clima Cwb e Outras Características do Solo	133

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cultivos existentes no município de Cristais Paulista, quantidade de propriedades com sua ocorrência e a área total destinada em 2007/2008.....	23
Tabela 2 - Criação de animais, sua presença nas UPAs e a quantidade de animais no município de Cristais Paulista	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	13
2 OBJETIVO	15
3 METODOLOGIA.....	16
3.1 Diagnóstico Zero	16
3.2 Estudos sobre Fertilidade do Solo	17
3.3 Caracterizações das Culturas Agrícolas.....	17
3.4 Geoprocessamento	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4.1 Diagnóstico Zero	19
4.1.1 Localização.....	19
4.1.2 Aspectos Sócio-Econômicos	19
4.1.2.1 População	19
4.1.2.2 Produto Interno Bruto	20
4.1.2.3 Agricultura e Pecuária	20
4.1.3 Geologia	24
4.1.3.1 Grupo São Bento	26
4.1.3.2 Coberturas Cenozóicas	28
4.1.3.3 Aloformações	29
4.1.4 Geomorfologia.....	31
4.1.5 Pedologia.....	34
4.1.5.1 Neossolos.....	34
4.1.5.2 Cambissolos.....	36
4.1.5.3 Latossolos	37
4.1.5.4 Plintossolo	38
4.1.5.5 Gleissolo	38
4.1.5.6 Nitossolo.....	39
4.1.5.7 Organossolo	39
4.1.6 Hidrologia	41
4.1.7 Clima	43
4.1.8 Zoneamento Edafoclimático	49
4.1.9 Flora e fauna	51
4.1.9.1 Flora.....	51

4.1.9.2 Fauna	54
4.2 Fertilidade do Solo.....	55
4.2.1 <i>Nutrientes Essenciais</i>	56
4.2.1.1 Nitrogênio (N)	57
4.2.1.2 Fósforo (P).....	59
4.2.1.3 Potássio (K)	62
4.2.1.4 Nutrientes secundários.....	64
4.2.1.5 Micronutrientes.....	68
4.2.2 <i>Calagem do Solo e pH</i>	75
4.2.3 <i>Capacidade de Troca Cátions (CTC)</i>	79
4.2.4 <i>Matéria Orgânica do Solo</i>	80
4.2.5 <i>Outros Fatores que Afetam a Produtividade do Solo</i>	81
4.2.5.1 Profundidade do solo	81
4.2.5.2 Declividade	83
4.2.5.3 Organismos do solo	84
4.2.5.4 Equilíbrio de nutrientes	84
4.3 Descrição e Características dos Cultivos e Geoprocessamento	84
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	108
REFERÊNCIAS	109
APÊNDICE A – QUADROS DE CARACTERÍSTICAS E RECOMENDAÇÕES DE CULTURAS AGRÍCOLAS	115

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A evolução da sociedade moderna baseia-se cada vez mais na dependência dos recursos naturais, que desempenham papel vital no desenvolvimento econômico e no bem estar das sociedades. Sua utilização crescente ao longo da história do homem, envolvendo o avanço científico-tecnológico aliado ao crescente aumento demográfico, intensificou os processos de destruição desta riqueza básica.

Nos dias atuais, organizações governamentais e não governamentais tem alertado sobre a necessidade premente de ações mitigadoras para proteção e conservação deste patrimônio. Essas ações têm sido calcadas na ambição de assegurar perpetuamente o aproveitamento dos recursos fornecidos pela natureza. O êxito deste objetivo, de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) (HADLEY; LAL; ONSTAD; WALLING; YAIR, 1985), pode ser alcançado de duas formas: a primeira mediante o desenvolvimento de uma consciência pública dos riscos ambientais e da necessidade de políticas conservacionistas; e a segunda pela obtenção de informações essenciais, mediante pesquisas, para por em prática medidas eficientes de controle e reversão da degradação ambiental.

Assim, a proposição do uso da ecologia de cultivos enfatizando o desenvolvimento coerente das culturas e suas características fisiológicas, junto com as características físicas, químicas, ecológicas, econômicas e sociais da área de estudo, deve atender aos princípios básicos de sustentabilidade ecológica, econômica, social e cultural (SACHS, 2000), pois o meio ambiente é uma interação entre as esferas do meio físico, biológico e social (SANTOS 2004).

Entre os recursos terrestres atingidos pelas atividades antrópicas, destacam-se o solo e a água, intimamente ligados pelos processos hidrológicos, biológicos e físico-químicos que interagem no sistema ambiental. Por exemplo, a erosão dos solos constitui-se em um grande problema ambiental no Brasil, onde são perdidas, a cada ano, em torno de 600 milhões de toneladas de solo agricultável, sendo que para o Estado de São Paulo este valor é estimado em 194 milhões de toneladas de solo por ano (VEIGA FILHO; SOUZA; MARTIN; YAMAGUSHI; MATSUNAGA, 1992).

Neste aspecto, o termo uso da terra é mais adequado quando se pretende destacar os problemas que afetam a agricultura e a cobertura vegetal nativa de uma área. O predomínio da ideia entre agricultores de que o solo e sua fertilidade inicial são inesgotáveis, conduz a

adoção de práticas que ignoram a capacidade de sustentação e a capacidade econômica de cada parcela da terra (LEPSCH; BELLINAZZI JUNIOR; BERTOLINI; ESPÍNDOLA, 1991).

Neste caso, Flores (1995) enfatiza a importância do planejamento para a ocupação agrícola das terras, como um instrumento essencial, servindo de suporte para as atividades de produção de alimentos e de matérias primas, devendo ser conduzido por meio de técnicas que proporcionem a sustentabilidade das atividades produtivas, assegurando o equilíbrio ambiental dos agroecossistemas.

Pode-se considerar o uso inadequado das terras uma das causas de malogro das atividades agrícolas. Assim, de acordo com Pinto (1982), a ocorrência de áreas de discrepâncias, entre o uso efetivo (uso real) da terra e sua aptidão agrícola, pode concorrer, em muitos casos, para o decréscimo da produtividade agrícola, bem como para a degradação dos solos. O termo degradação implica, segundo Barrow (1994), na redução da atual ou futura capacidade do solo em produzir, em termos de quantidade e qualidade, bens e serviços.

Torna-se necessário encontrar condições de equilíbrio socioeconômico entre a tecnologia e a ecologia dos agroecossistemas, para melhor compreensão das interações “solo-planta-organismo-atmosfera” que só poderão ser alcançadas após o melhor entendimento do sistema de produção agrícola.

Nesse contexto, este estudo assume grande importância, pois atividades agrícolas com alta produtividade, lucratividade e com o mínimo de impacto ambiental só serão conseguidas, se as paisagens forem adequadamente manejadas. Isso pode ocorrer mediante um melhor conhecimento da ocupação das terras que se dará por meio de um zoneamento geoambiental que permite um entendimento mais profundo da evolução fisiográfica regional e dos registros das interações de fatores e processos na evolução pedogênica e dos condicionantes edafoclimáticos associados a aspectos químicos, físicos e mineralógicos da área, que segundo a Food and Agricultural Organization (FOOD..., 1976), tem como função, direcionar as decisões de tal modo que haja um maior aproveitamento pelo homem, sem que com isto ocorra significativa degradação ambiental.

2 OBJETIVO

Para o desenvolvimento desse trabalho, teve-se como premissa determinar a capacidade de suporte dos solos para diferentes culturas agrícolas, sejam elas temporárias, semi-perenes ou perenes e seu meio ambiente de desenvolvimento, levando-se em consideração fatores climáticos, como umidade, temperatura e luz; edáficos incluindo – material parental, propriedades físicas e químicas do solo; bióticos, como os efeitos dos organismos no solo; físicos, como geomorfologia, declividade, geologia, hipsometria e hidrologia; características fisiológicas de cada cultura e a maneira que tais fatores afetam a adaptação, distribuição e produção das culturas. E determinar as características fisiológicas das paisagens.

Tendo em vista as questões expostas acima, o presente trabalho tem como objetivo estabelecer uma carta temática para uso e ocupação do solo para agricultura no município de Cristais Paulista-SP, visando caracterizar a organização espacial do uso da terra e cobertura vegetal. Neste aspecto, ênfase será dada ao manejo e práticas conservacionistas, tais como: minimizar o uso de insumos agrícolas e contaminação do solo e da água por agrotóxicos, minimizar o desgaste do solo por perdas erosivas e compactação e auxiliar no uso adequado dos diferentes solos em detrimento do cultivo; tais fatores juntamente com outras variáveis, servirão de subsídios para o estabelecimento de um plano de gestão agrícola no município em questão, direcionada à ocupação ambientalmente sustentável.

3 METODOLOGIA

Os métodos a serem utilizados na presente pesquisa têm como base a caracterização dos fatores climáticos, fundamentalmente umidade, temperatura, pluviosidade e luminosidade; fatores edáficos incluindo material de origem, tipos, e propriedades químicas e físicas dos solos; fatores físicos, como geomorfologia, hidrologia, geologia, hipsometria e declividade; fatores bióticos, referentes à adequabilidade (fisiologia) das diversas culturas já ou a serem implantadas. Além de suas relações de adaptabilidade, distribuição e produção; fatores socioeconômicos, em especial épocas de produção e comercialização.

Para isso utilizam-se os seguintes materiais: análises de fertilidade total dos solos elaboradas pelo laboratório da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), levantamentos agropecuários da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) do município de Cristais Paulista - SP, Estudo Geoambiental de Cristais Paulista – SP e o livro 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas, desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG).

E a seguinte metodologia: levantamento bibliográfico e cartográfico (diagnóstico zero) do município, estudo sobre fertilidade do solo, caracterização das culturas agrícolas a serem implementadas e geoprocessamento para localização, definição e georeferenciamento das áreas a serem ocupadas (mapa de recomendações agrícola) por diversas culturas no município de acordo com as características descritas anteriormente, utilizando-se do software ArcGis 10.

3.1 Diagnóstico Zero

Inicialmente foi realizado um diagnóstico zero do município, que inclui o levantamento bibliográfico e cartográfico dos aspectos físicos, econômicos, sociais e ambientais utilizando-se de diversas fontes.

No que se refere aos aspectos socioeconômicos de Cristais Paulista foram levantadas tais informações: o censo agropecuário 2007/2008 com a descrição do uso e ocupação dos solos, o escoamento da produção, o crescimento e tamanho populacional dos anos de 2007, 2009 e 2010, o número de habitantes na área rural e urbana, a densidade demográfica, o IDH, o PIB e as fontes de renda atuais mais recentes (INSTITUTO BRASILEIRO..., 2010).

Os aspectos físicos estudados são: a localização geográfica do município, as formações geológicas presentes, a classificação geomorfológica do relevo, a climatologia (caracterização dos tipos de clima, pluviosidade, temperatura, eventos climáticos, umidade e evapotranspiração) da área de estudo, pedologia (descrição das características intrínsecas de cada tipo de solo encontrado em Cristais Paulista – SP, tanto químicas quanto físicas), hidrologia (descrição da qualidade, tratamento e fontes de água da bacia onde a área de estudo está inserida), hipsometria (níveis altimétricos da área) e declividade do relevo.

Já nos aspectos ambientais foram caracterizados: a flora (tipos, descrição e localização da vegetação predominante, seu estado de conservação e algumas espécies), a fauna (descrição, riqueza das espécies presentes e seu estado de conservação) e UCs na região da área de estudo.

3.2 Estudos sobre Fertilidade do Solo

Realizou-se um estudo sobre fertilidade do solo envolvendo os nutrientes essenciais para as plantas, calagem, pH, Capacidade de Troca Catiônica (CTC), matéria orgânica e outros fatores que afetam a produtividade, no município de Cristais Paulista sendo apresentados em cartas temáticas referentes a cada um destes tópicos num zoneamento geoambiental do município como apoio ao plano diretor do mesmo.

3.3 Caracterizações das Culturas Agrícolas

Para isso foi feito um quadro utilizando-se do software Excel 2007 com 101 culturas e suas características como: clima apropriado (temperatura, pluviosidade, umidade, e outros fatores intrínsecos), época de plantio, adubação e preparos necessários para a implantação e fatores pedológicos (pH, textura e outras características) de cada cultura, tomando como guia Paula Júnior e Venzon (2010). Após este levantamento, as culturas foram separadas em três grupos de acordo com os tipos climáticos encontrados no município (Aw, Cwa e Cwb). Posteriormente de acordo com as características edáficas de cada uma, foram escolhidos os solos mais apropriados a elas das nove classes presentes no município. Ao mesmo tempo, foram retiradas aquelas que não se enquadraram nos aspectos hipsométricos e declividade da área. Desta forma, os três grupos dos climas foram subdivididos de acordo com o tipo de solo encontrado em cada clima e com os solos mais adequados a cada cultura, totalizando 21 subgrupos edafoclimáticos.

3.4 Geoprocessamento

Inicialmente foi feito o georefenciamento e o mapa dos climas presentes no município; posteriormente se fez um cruzamento das informações climáticas com as pedológicas em ambiente ArcGis 10 e posteriormente utilizando se dos polígonos foram traçado os 20 grupos climático-pedológico correspondentes as culturas e elaborado o mapa de recomendação agrícola para Cristais Paulista - SP.

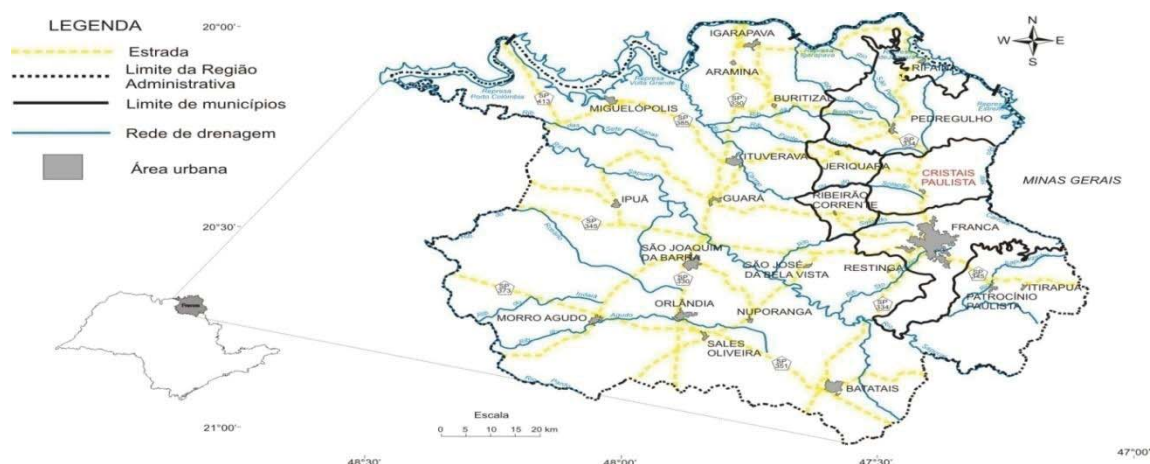
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnóstico Zero

4.1.1 Localização

O município localiza-se na região Nordeste do estado de São Paulo (*lat.*: 20°24'8.20" S, *long.*: 47°24'19.43" O), fazendo divisa com os municípios de Pedregulho-SP, Jeriquara-SP, Ribeirão Corrente-SP, Franca-SP e Claraval-MG. Faz parte da região administrativa de Franca-SP (Figura 1), possuindo cerca de 5528 habitantes na área urbana e 2060 na área rural, totalizando 7588 habitantes, num território de 385,230 km² e densidade demográfica de 19,70 hab/Km², segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (INSTITUTO BRASILEIRO..., [2010?]).

Figura 1 - Localização da Região Administrativa de Franca e os Municípios Constituintes



Fonte: INSTITUTO GEOGRÁFICO..., 2009

O município fica a 416 km da cidade de São Paulo, capital do estado, e a principal via de acesso ao local é pela Rodovia Anhangüera (SP-330) e Rodovia Cândido Portinari (SP-334).

4.1.2 Aspectos Sócio-Econômicos

4.1.2.1 População

De acordo com o censo de 2007 o município estudado possuía 7.005 habitantes, obtendo um crescimento de 6,4% desde 2001 (INSTITUTO BRASILEIRO..., [2010?]). A população estimada para o ano 2009 chegou a 7.436 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO..., [2010?]) e, como dito anteriormente, atualmente está com 7588 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO..., [2010?]) crescimento de 2% com relação ao ano de 2009.

Cristais Paulista está em 1290º lugar de acordo com o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para os municípios brasileiros, índice este que passou de 0,697 em 1991 para 0,771 em 2001 e que é considerado de nível médio (PROGRAMA..., [2003?]).

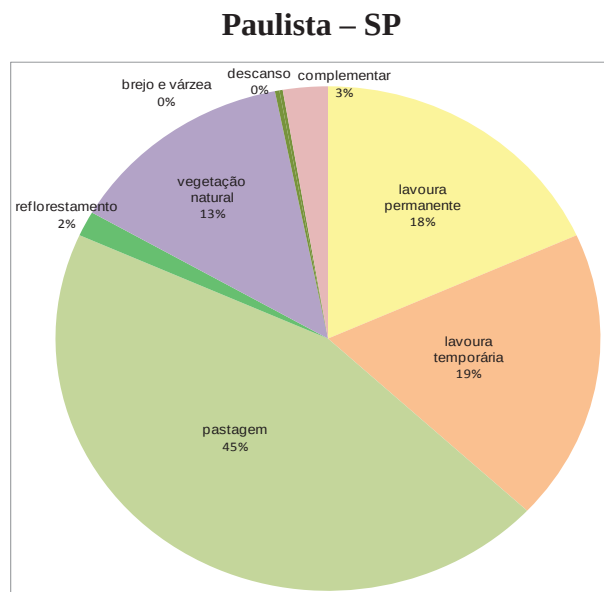
4.1.2.2 Produto Interno Bruto

No ano de 2008, o valor adicionado pela agropecuária no município de Cristais Paulista foi de R\$34.091.000,00; pela indústria foi de R\$10.299.000,00 e pela prestação de serviços foi de R\$82.329.000,00. Os impostos sobre produtos líquidos de subsídio somaram R\$11.214.000,00. Assim, o PIB do ano de 2008 apresentou a preço de mercado corrente o valor de R\$137.933.000,00 com o PIB per capita de R\$18.735,00 (INSTITUTO BRASILEIRO..., [2010?]). Com isso, pode-se observar que a agropecuária é a segunda maior fonte de renda do município.

4.1.2.3 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 (318 UPAs); 6.976,3 hectares são de lavouras temporárias (277 UPAs); 16.731 hectares são pastagens (476 UPAs); 599,2 hectares correspondem à área de reflorestamento (87 UPAs); 5.064,0 hectares são de vegetação natural (494 UPAs); 100,2 hectares apresentam vegetação de brejo e várzea (32 UPAs); 73,5 hectares são área de descanso (2 UPAs) e 994,7 hectares são áreas complementares (515 UPAs) (COORDENADORIA..., 2009). A porcentagem do tipo de uso da área rural por hectares é explicitada na Figura 2, a seguir.

Figura 2 - Percentual de Cada Atividade Agropecuária em 2007/2008 de Cristais

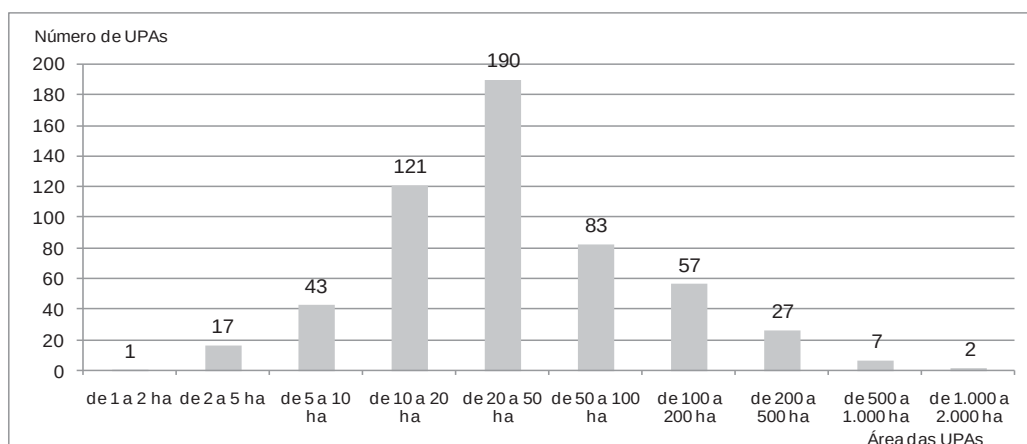


Fonte: COORDENADORIA..., 2009

Pode-se ressaltar 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 e isto se deve a produção de gado de corte para suprir o mercado de couro de Franca e nos últimos anos para curtumes da cidade de Fernandópolis no noroeste paulista, além, é claro, da produção leiteira para o município de Cristais Paulista e região (BERTELLI, 2007; PALERMO, 2001).

As propriedades rurais do município apresentam variadas extensões, sendo predominantes áreas de 20 a 50 hectares como pode ser observado pela Figura 3 (COORDENADORIA..., 2009).

Figura 3 - Quantidade de Propriedades Rurais do Município de Cristais Paulista
Contado de Acordo com as Áreas em Hectares



Fonte: COORDENADORIA..., 2009

Os cultivos perenes e temporários em Cristais Paulista, foram listados no censo agropecuário de 2007/2008 e apresenta-se na Tabela 1 a seguir, de acordo com a ocorrência em propriedades rurais e sua área destinada (COORDENADORIA..., 2009):

Tabela 1 - Cultivos existentes no município de Cristais Paulista, quantidade de propriedades com sua ocorrência e a área total destinada em 2007/2008

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

Fonte: COORDENADORIA..., 2009

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 2, a seguir:

Tabela 2 - Criação de animais, sua presença nas UPAs e a quantidade de animais no município de Cristais Paulista

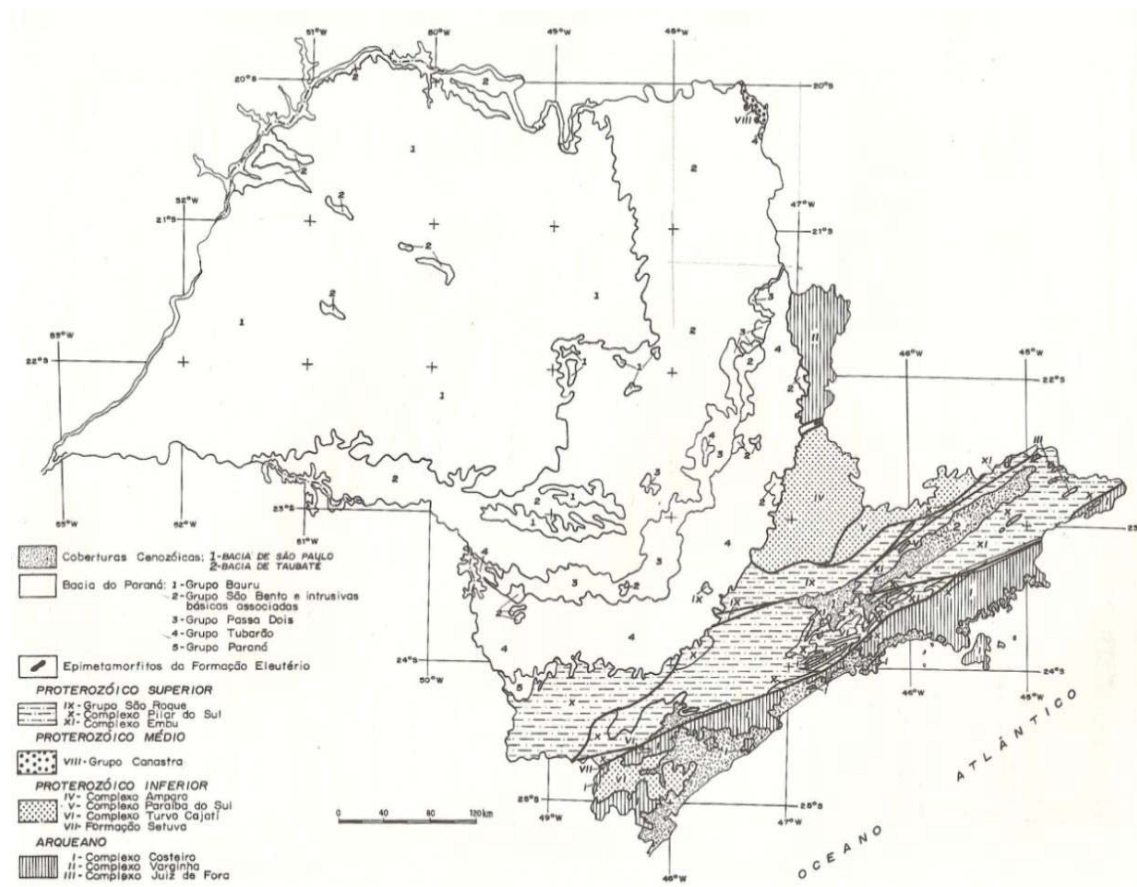
Item	Unidade	Número de UPAs	Total
Bovinocultura de corte	cabeças	191	12.519
Bovinocultura de leite	cabeças	35	1.344
Bovinocultura mista	cabeças	230	10.677
Asininos e muares	cabeças	32	111
Avicultura de corte	cab./ano	9	1.541.148
Avicultura ornamental	cabeças	249	16.744
Caprinocultura	cabeças	8	325
Equinocultura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

Fonte: COORDENADORIA..., 2009

4.1.3 Geologia

O Estado de São Paulo faz parte da Plataforma Sul-Americana (ALMEIDA; HASUI; NEVES, 1976), onde o registro do tempo geológico não é retratado de forma contínua, porém bastante extenso, cobrindo um intervalo de 3,6 bilhões de anos até eventos recentes (Arqueano ao Holoceno) (IPT, 1981a apud MORINAGA, 2010). A distribuição das unidades litoestratigráficas no estado de São Paulo encontra-se na Figura 4.

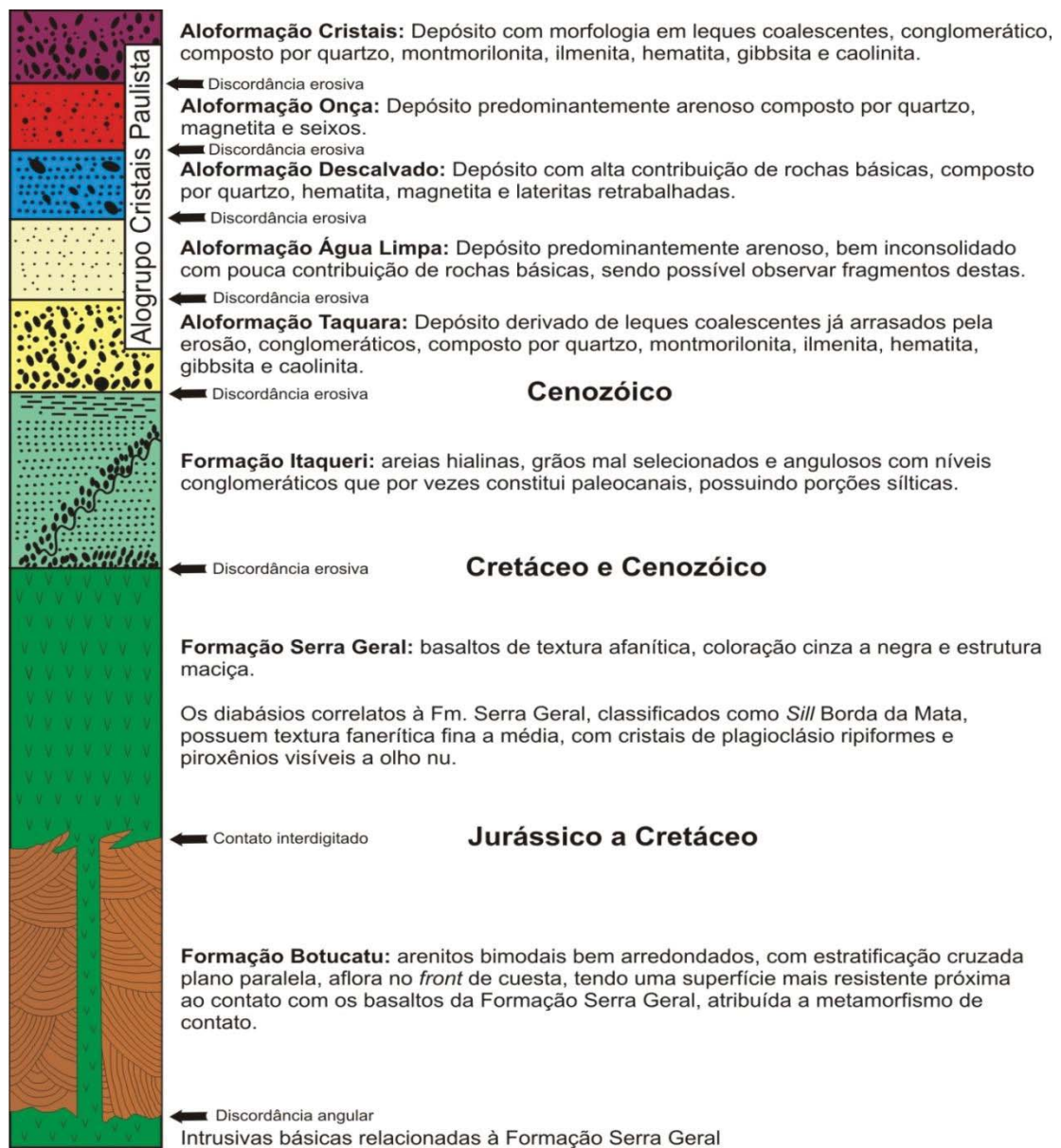
Figura 4 - Esboço da Distribuição das Unidades Litoestratigráficas no Estado de São Paulo



Fonte: IPT, 1981 apud MORINAGA, 2010, p. 37.

Num estudo realizado por Bartolomeu (2009), foi estabelecida uma coluna estratigráfica para Cristais Paulista a qual se encontra na figura 5, a seguir:

Figura 5 - Coluna Estratigráfica Formal e Aloformal de Ocorrência em Cristais Paulista



Fonte: BARTOLOMEU, 2009, p. 31.

4.1.3.1 Grupo São Bento

Utilizado pela primeira vez para designar um conjunto de arenitos predominantemente vermelhos, encimados pelas “eruptivas da Serra Geral” (WHITE, 1908 apud IPT, 1981a apud MORINAGA, 2010).

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; MÜHLMANN; TOMMASI; MEDEIROS; DAEMON; NOGUEIRA, 1974).

Formação Botucatu (JKsg)

A Formação Botucatu comumente está em contato basal com o topo da Formação Pirambóia, descrita por Milani (1997) e Scherer e Lavina (2006) como depósitos de grandes dunas de composição arcossiana (granulação fina a média bimodal, boa seleção de grãos, foscas com alta esfericidade, avermelhadas, exibe estratificação cruzada tangencial de médio a grande porte, ocorrendo arenitos grosseiros a conglomeráticos de até 5 m de espessura na base desta unidade). Sua origem é relacionada a processos de sedimentação eólicos com influência fluvial na sedimentação basal. A espessura total da Formação Botucatu varia entre 50 a 100 metros no Estado de São Paulo.

A Formação Botucatu foi descrita em campo por Bartolomeu (2009) como constituída de arenitos bimodais bem arredondados, com estratificação cruzada plano paralela, aflora no *front* de cuesta, tendo uma superfície mais resistente próxima ao contato com os basaltos da Formação Serra Geral.

Formação Serra Geral e Intrusivas Básicas Associadas (JK β e KTii)

A Formação Serra Geral segundo Milani (1997) decorre de um intenso vulcanismo fissural mesozóico, suscitando uma espessa cobertura de lavas toleíticas (132,4 $\pm$ 1,1 Ma., sendo os derrames precursores do Neo-Jurássico) de até 1000m, e uma intrincada rede de diques e soleiras que cortam a seção sedimentar pré magmatismo na Bacia do Paraná. As lavas basálticas de composição toleítica se intercalam com lavas andesíticas e riodacíticas. As lavas toleíticas possuem textura afanítica a porfirítica com amígdalas e vesículas (preenchidas por zeólita e raramente albita), composta por olivina, plagioclásio, piroxênios (augita e pigeonita) e óxidos de Fe-Ti.

A Formação Serra Geral ocorre entre os arenitos das formações Botucatu e Itaqueri, sendo constituída por basaltos de textura afanítica, coloração cinza a negra e estrutura maciça (BARTOLOMEU, 2009).

Os diabásios ocorrem nas porções mais rebaixadas da área, sendo relacionados ao *Sill Borda da Mata*, possuem textura fanerítica fina a média, com cristais de plagioclásio ripiformes e piroxênios visíveis a olho nu (BARTOLOMEU, 2009).

Há um intenso fraturamento dessas rochas, a direções NW, NE e E-W, variando de subverticais e subhorizontais, fatos estes que beneficiaram o desenvolvimento de esfoliação esferoidal e disjunção colunar características. Falhas normais são notadas a sul de Franca,

dispondo lado a lado os derrames basálticos com arenitos inconsolidados elúvio-coluvionares cenozóicos (PERDONCINI, 2003).

4.1.3.2 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).

Nas Cuestas Basálticas ocorreram depósitos areníticos e conglomeráticos, parcialmente ferruginizados e silicificados, isolados em interflúvios, formando uma sequência supra-basáltica de estratigrafia ainda não esclarecida totalmente. 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. Os níveis ferruginizados e silicificados documentariam oscilações climáticas terciárias e quaternárias (IPT, 1981a apud MORINAGA, 2010).

Formação Itaqueri e depósitos correlatos

A Formação Itaqueri não possui uma definição cronológica e genética clara na literatura, sendo confundida com depósitos do Grupo Bauru e com depósitos Cenozóicos mais novos, as relações de contato com estas unidades também não se encontram bem definidas, (MELO; PONÇANO, 1983). De acordo com Janoni (2007) a Formação Itaqueri na região ocorre como uma mancha irregular no reverso das cuestas basálticas, isoladas de outras coberturas pós-basálticas, representado em suas partes mais elevadas testemunhos da antiga extensão do Planalto Ocidental. Composta predominantemente por arenitos, geralmente ocorrem corpos lenticulares de siltitos e conglomerados oligomíticos com estruturas hidrodinâmicas, porém, com seixos e calhaus de composição predominantemente quartzítica e quartzosa, considerado por Hellmeister Junior (1997) como Formação Franca de idade Terciário Inferior, denominação que vem caindo em desuso.

Exibe 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 proveniente de uma sedimentação anterior. Ocorrem também níveis silticos 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).

A Formação Itaqueri foi descrita em vários perfis de alteração no topo das cuestas, acima do nível de ocorrência da Formação Serra Geral, sendo constituídas por areias hialinas, grãos mal selecionados e angulosos com níveis conglomeráticos, também foram observadas porções silticas.

4.1.3.3 Aloformações

Estas aloformações podem ser entendidas 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 pertinente 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 intemperizadas, tanto o basalto quanto o diabásio, sendo possível observar também sedimentos arenosos das formações Itaqueri e Botucatu. Apresenta conglomerados e é composta 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), contudo, podendo notar-se fragmentos destas rochas. Em campo, puderam ser analisados blocos cravados em matriz arenosa poligenética, o que evidencia ser um material colúvio-aluvial recente (BARTOLOMEU, 2009).

Aloformação Descalvado

Mostra-se como um depósito associado a um antigo depósito, formado 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 procedência 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 origem da caulinita (BARTOLOMEU, 2009).

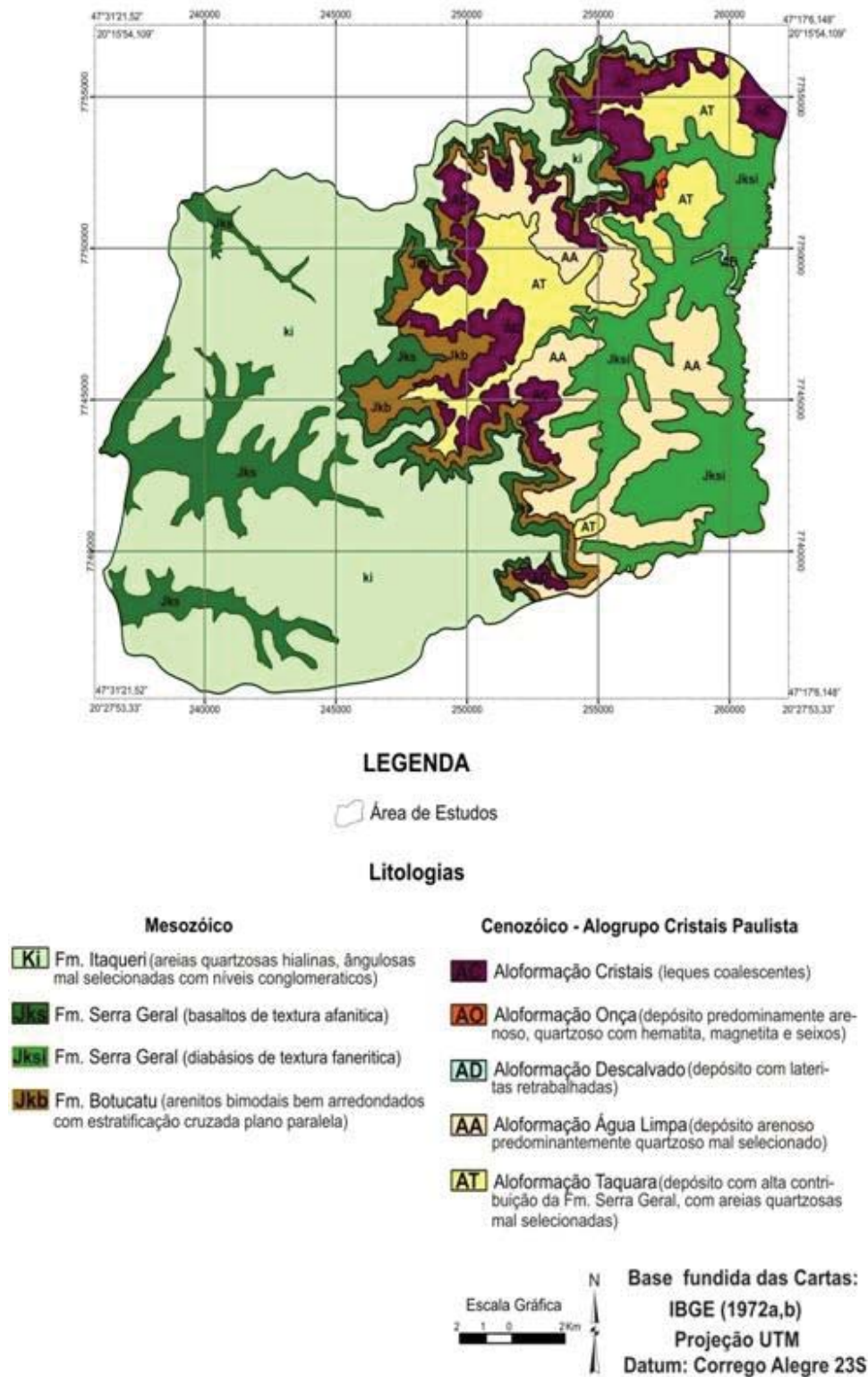
Aloformação Cristais

Desenvolvido por leques coalescentes de formação recente, configurando formas características na paisagem. Muito similar à Aloformação Taquara, tanto na gênese quanto nos materiais encontrados (BARTOLOMEU, 2009).

Compõe depósito conglomerático, constituído 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 apresentam-se a seguir, na figura 6.

Figura 6 - Mapa Litológico – Formal e Aloformal de Cristais Paulista - SP



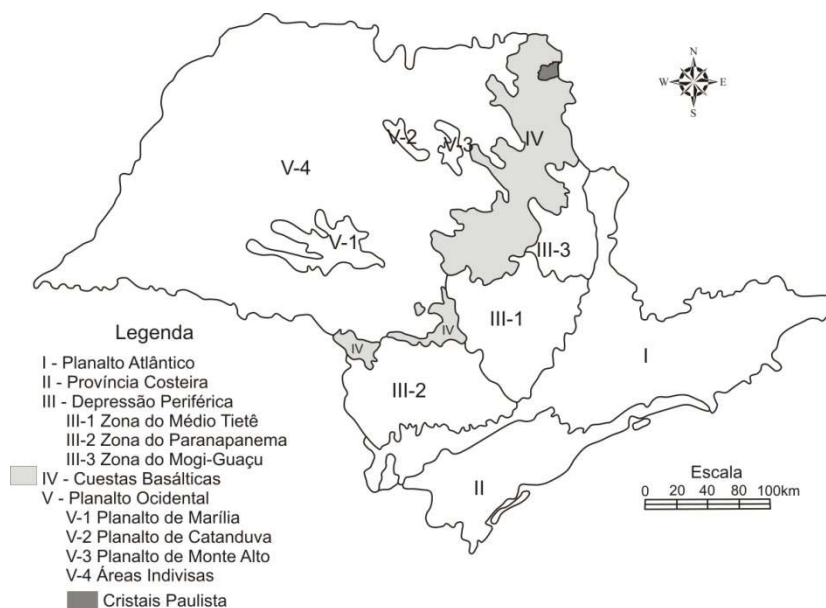
Fonte: BARTOLOMEU, 2009, p. 24

4.1.4 Geomorfologia

O Estado de São Paulo pode ser desmembrado em províncias geomorfológicas: o Planalto Atlântico, a Província Costeira, a Depressão Periférica, as Cuestas Basálticas e o Planalto Ocidental. O município em estudo situa-se na Província das Cuestas Basálticas, como é possível observar na figura 7.

Tal província caracteriza-se morfologicamente por um 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 basálticas (IPT, 1981b apud MORINAGA, 2010).

Figura 7 - Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo



Fonte: MIRANDA, 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 fronts escarpados, permitindo o desenvolvimento de perfis escalonados, cortados por plataformas estruturais (IPT, 1981b apud MORINAGA, 2010).

Segundo IPT (1981c) apud Bartolomeu (2009) a região está inserida no domínio geomorfológico de cuevas basálticas, ocorrendo afloramentos de basaltos, o que permite uma exposição da porção frontal das cuevas, numerosos relevos testemunhos isolados como baús, peões e pequenas chapadas. Na porção do reverso, a ação da drenagem consequente foi intensa formando cânions e relevos residuais com amplitudes quase sempre superiores a 1000.

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. (IPT, 1981b apud MORINAGA, 2010) no município ocorre o relevo colinoso, o relevo de morros e relevos residuais e o relevo de transição. O relevo colinoso, que é caracterizado por possuir amplitudes locais inferiores a 100 m, declividade de encostas menores que 15%; predominando rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia e basaltos, subordinadamente sedimentos coluvionares e rochas do grupo Bauru, diabásio, xistos e quartzitos; formado por (212) Colinas Amplas – área maior que 4 km² e (213) Colinas Médias – área entre 1 e 4 km² (IPT, 1981b apud MORINAGA, 2010).

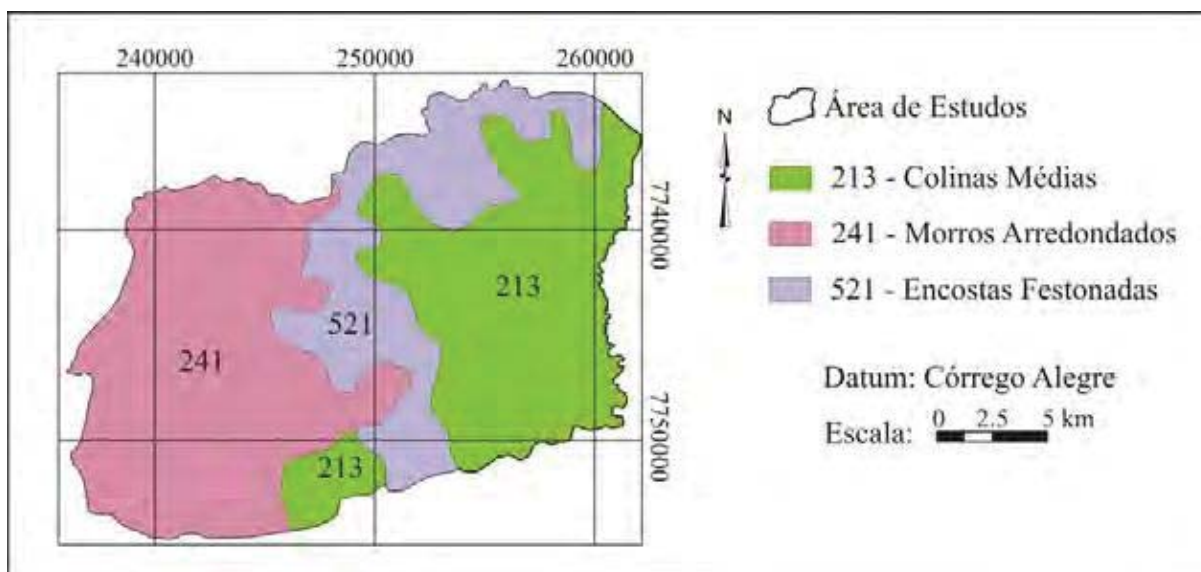
O relevo de morros e relevos residuais são sustentados por litologias particulares com amplitudes locais de 100 a 300 m; declividades de encostas maiores que 15%; sobressaindo rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia e basaltos, subordinadamente sedimentos do Grupo Bauru e Passa-Dois e diabásios; composto por (241) Morros Arredondados; (311) Mesas Basálticas (IPT, 1981b apud MORINAGA, 2010).

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

Como pode ser observado na figura 08, na porção leste da área de estudos ocorrem COLINAS MÉDIAS (213), compondo restos de planalto em altitudes progressivamente mais baixas com planícies de inundação associadas, passando para ESCARPAS FESTONADAS (521), feição sinuosa esta que pode ser acompanhada até a região do Rio Grande, na represa de Jaguará. O reverso das cuevas é caracterizado por relevos de MORROS ARREDONDADOS (241), resultantes do forte entalhamento da drenagem IPT (1981c) apud Bartolomeu (2009).

O mapa geomorfológico do município de Cristais Paulista, segundo IPT (1981b apud BARTOLOMEU, 2009) apresenta-se na Figura 8, a seguir.

Figura 8 - Mapa Geomorfológico do Município de Cristais Paulista-SP



Fonte: adaptado para escala 1: 250.000 de IPT (1981b apud BARTOLOMEU, 2009, p. 15)

4.1.5 Pedologia

O solo é considerado uma coleção de corpos naturais, com suas partes sólida, líquida e gasosa, tridimensionais, dinâmicos, formados de materiais minerais e orgânicos, que ocupam a maior parte do manto superficial do terreno continental do nosso planeta, podendo sofrer alterações 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 (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

Bartolomeu (2009) levantou os solos existentes no território de Cristais Paulista, todavia 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 (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006), juntamente com as características particulares encontradas pelo autor.

4.1.5.1 Neossolos

São pouco evoluídos, compostos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, não exibe 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 (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

Neossolo Quartzarênico

Solos sem contato lítico em 50 cm de profundidade, com textura areia ou areia franca em todos os horizontes até no mínimo a profundidade de 150 cm. São basicamente quartzosos, com frações de areia grossa e areia fina, sendo composto de 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala, não apresentando minerais primários alteráveis (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

Em Cristais Paulista, é possível encontrar o Neossolo Quartzarênico (RQ) 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 Formação Itaqueri. A sua mineralogia é composta por quartzo, caulinita, hematita e magnetita (BARTOLOMEU, 2009).

Há também, o Neossolo Quartzarênico Litólico (RQ/RL), 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, nas escarpas das serras (BARTOLOMEU, 2009).

E o Neossolo Quartzarênico/Regolítico Háplico Cambissólico (RQ/CX), 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, composta 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 (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

No município, este solo mostra-se como proveniente da intemperização da Formação Serra Geral, originando material rico em minerais de argila misturado a calhaus. Tem porosidade de 60% e declividade próxima dos 12° (BARTOLOMEU, 2009).

Neossolo Flúvico

São resultantes da sedimentação aluvial, apresentando caráter flúvico, com horizonte glei ou de coloração pálida, variegada ou com mosqueados abundantes característico de ambiente reducional ocorrendo sob o horizonte A (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 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).

4.1.5.2 Cambissolos

É composto de material mineral apresentando horizonte diagnóstico B incipiente, pedogênese pouco avançada mostrando 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 em desenvolvimento (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

De poucas características marcantes, ocorre no município o Cambissolo com retrabalhamento de lateritas (C/LR), 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 na área de estudo, 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).

Os Cambissolos Sesquioxídico (C) associados à Aloformação Taquara não apresenta mais o padrão de relevo característico de leque coalescente por ser um depósito antigo já abatido pela erosão. Já o Cambissolo Sesquioxídico (C/LC) associado à Aloformação Cristais mostra-se em forma de leques coalescentes recentes cuja forma no relevo se torna notável na paisagem (BARTOLOMEU, 2009).

O material de textura média sendo 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).

4.1.5.3 Latossolos

Solos constituídos por material mineral, em avançado estágio de intemperização, como consequência de enérgicas transformações no material constitutivo, apresentando horizonte B latossólico e são virtualmente destituídos de minerais primários ou secundários menos resistentes ao intemperismo (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

São normalmente profundos, típicos de regiões equatoriais e tropicais, podendo ocorrer também em zonas subtropicais. Distribuem-se em superfícies de erosão normalmente em relevo plano e suavemente ondulado.

Latossolo Vermelho-Amarelo

Presente no município, este solo apresenta perfil característico de dimensões decamétricas de aproximadamente 40m sobre uma camada de laterita de 1 m 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, gibbíta e hematita (BARTOLOMEU, 2009).

4.1.5.4 Plintossolo

Solos minerais formados sob condições de restrição à percolação de água e sujeitos temporariamente ao excesso de umidade, apresentando-se mal drenado. Apesar de a 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 (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

A área de estudo está intimamente relacionada 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).

4.1.5.5 Gleissolo

São hidromórficos compostos 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 (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

No município, 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).

4.1.5.6 Nitossolo

Solos com 350 g/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 (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

Nitossolo vermelho

Distinguem-se nesta classe os Nitossolos com matiz 2,5 YR ou mais vermelho na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006). Mineralogicamente, as amostras coletadas em 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).

4.1.5.7 Organossolo

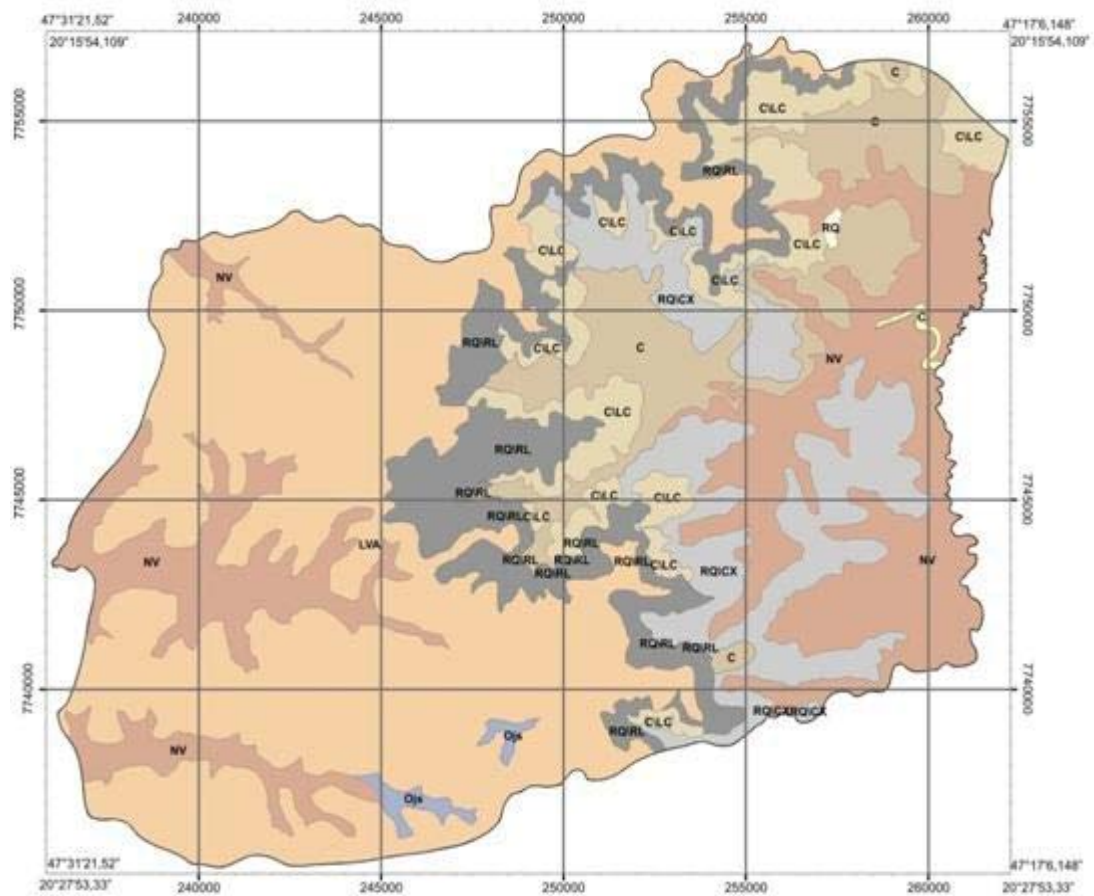
São pouco evoluídos, com preponderância de características de material orgânico. Apresenta coloração preta, cinzenta muito escura ou brunada, resultante da acumulação de restos vegetais em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita, geralmente mal ou muito mal drenados. O lençol freático permanece elevado grande parte do ano, limitando os processos de mineralização da matéria orgânica, o que restringe 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 (SANTOS; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRELAS; ANJOS; COELHO; JACOMINE; CUNHA; OLIVEIRA, V. A., 2006).

Organossolo tiomórfico sáprico (Ojs)

Apresenta material orgânico sáprico na maior parte dos horizontes, dentro de 100 cm da superfície do solo. Possui coloração 10 YR 2/1 e teor de fibras esmagadas menor que 10%. Na área de estudo, 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 (BARTOLOMEU, 2009).

A ocorrência dos solos encontrados no município de Cristais Paulista está representada no mapa da Figura 9, a seguir:

Figura 9 - Mapa Pedológico de Cristais Paulista - SP



LEGENDA

- Área de Estudos
- Cambissolo com Laterita Retrabalhada
- Cambissolo Sexquioxídrico
- LVA Latossolo Vermelho Amarelo
- RQ Neossolo Quartzarênico Retrabalhado
- RQICX Neossolo Quartzarênico/Regolítico Háplico Cambissólico
- RQRL Neossolo Quartzarênico/Litólico
- NV Nitossolo Vermelho

- OJs Organossolo Tiomórfico Saprico
- CILC Cambissolo Sexquioxídrico em domínio de Leques



Escala Gráfica

2 1 0 2 Km

Base fundida das Cartas:

IBGE (1972a,b)

Projeção UTM

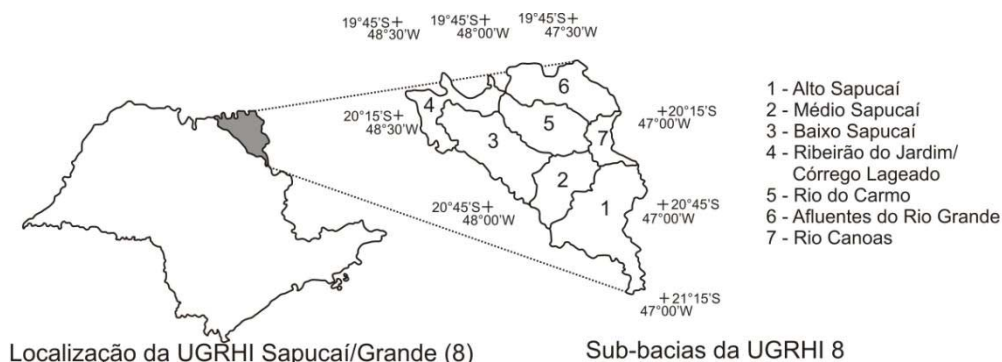
Datum: Corrego Alegre 23S

Fonte: BARTOLOMEU, 2009, p. 23

4.1.6 Hidrologia

A área de estudo faz parte da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 8 – Sapucaí-Mirim/Grande (Figura 10), 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 (SISTEMA..., 2000).

Figura 10 - Localização da Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande e suas Sub-bacias



Fonte: SISTEMA..., 2000, p. 5

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 (SISTEMA..., 2000).

De forma generalizada, em uma extensa área da UGRHI-08, há ocorrência de águas subterrâneas condicionada pela presença de duas unidades aquíferas: Serra Geral e Botucatu (COMPANHIA..., 2010).

O aquífero Serra Geral caracteriza-se como um aquífero 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 aquífero na região da UGRHI-08 apresentaram coeficiente de armazenamento baixo, indicando confinamento das águas nas fraturas (SISTEMA..., 2000).

Aquífero Botucatu ou Guarani é de unidade sedimentar, tendo a Formação Serra Geral exercendo o confinamento, permeável por porosidade granular, de extensão contínua com espessura desde zero a cerca de 400 m. Suas características hidráulicas associadas a grande extensão e espessura demonstram sua extrema importância como reserva estratégica de água em caráter continental (SISTEMA..., 2000).

Uma forma importante de uso público dos recursos hídricos são os lançamentos de efluentes domésticos. Todos os municípios da UGRHI possuem rede de coleta de esgotos

(94% de esgoto coletado) e 71,4% do esgoto coletado recebe tratamento (COMPANHIA..., 2010).

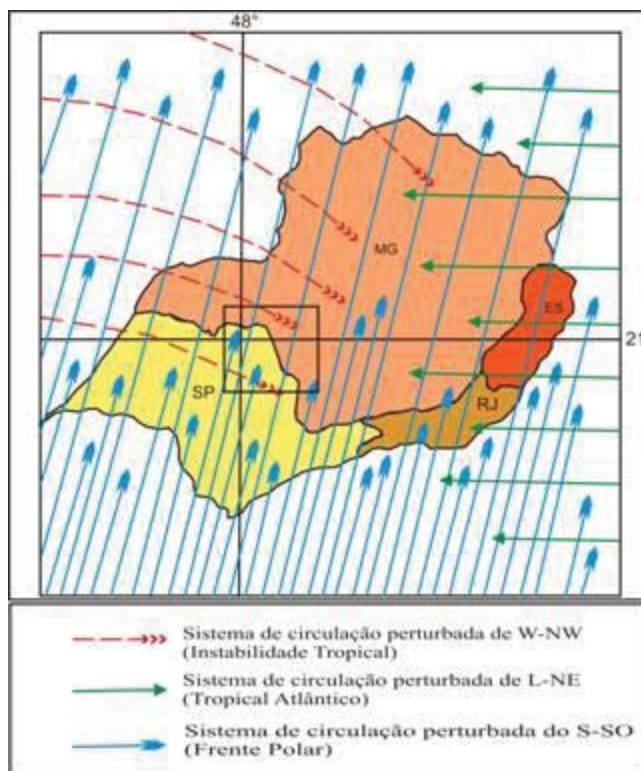
A disposição de resíduos sólidos pode ser considerada como uma fonte potencial importante de contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas. A contaminação das águas superficiais pode acontecer de forma direta, através de lançamentos de resíduos em cabeceiras ou vales de drenagens, ou ainda 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 deve atentar para este aspecto, pois o seu aterro sanitário localiza-se sobre a Formação Botucatu, o que pode levar a uma contaminação dos aquíferos Guarani e Itaqueri.

Segundo dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2010), a qualidade da água bruta para fins de abastecimento público do Ribeirão dos Bagres é regular a bom, do Rio Sapucaí-Mirim apresentou-se boa, a do Rio do Carmo boa e a do Rio Grande se mostrou ótima nas medições anuais de 2010. Também quanto à qualidade para a proteção da vida aquática, o Rio Sapucaí-Mirim apresentou-se bom a ótimo e o Rio Grande ótimo. O Índice de Coleta e Tratabilidade de Esgotos da População Urbana de Municípios (ICTEM) de Cristais Paulista é 10, valor considerado excelente.

4.1.7 Clima

A climatologia e a distribuição das chuvas do Estado de São Paulo estão sujeitas às ações das massas: úmida Polar Atlântica (fria), Tropical Atlântica (quente) e seca Equatorial Continental (quente), com correntes sul e leste (Figura 11) (SISTEMA..., 2000).

**Figura 11 - Mapa do Clima na Região Sudeste,
em Destaque o Nordeste Paulista**



Fonte: SISTEMA..., 2000, p. 27

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 pelos sistemas extratropicais, através da Frente Polar Atlântica.

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 (UNIVERSIDADE..., 2011).

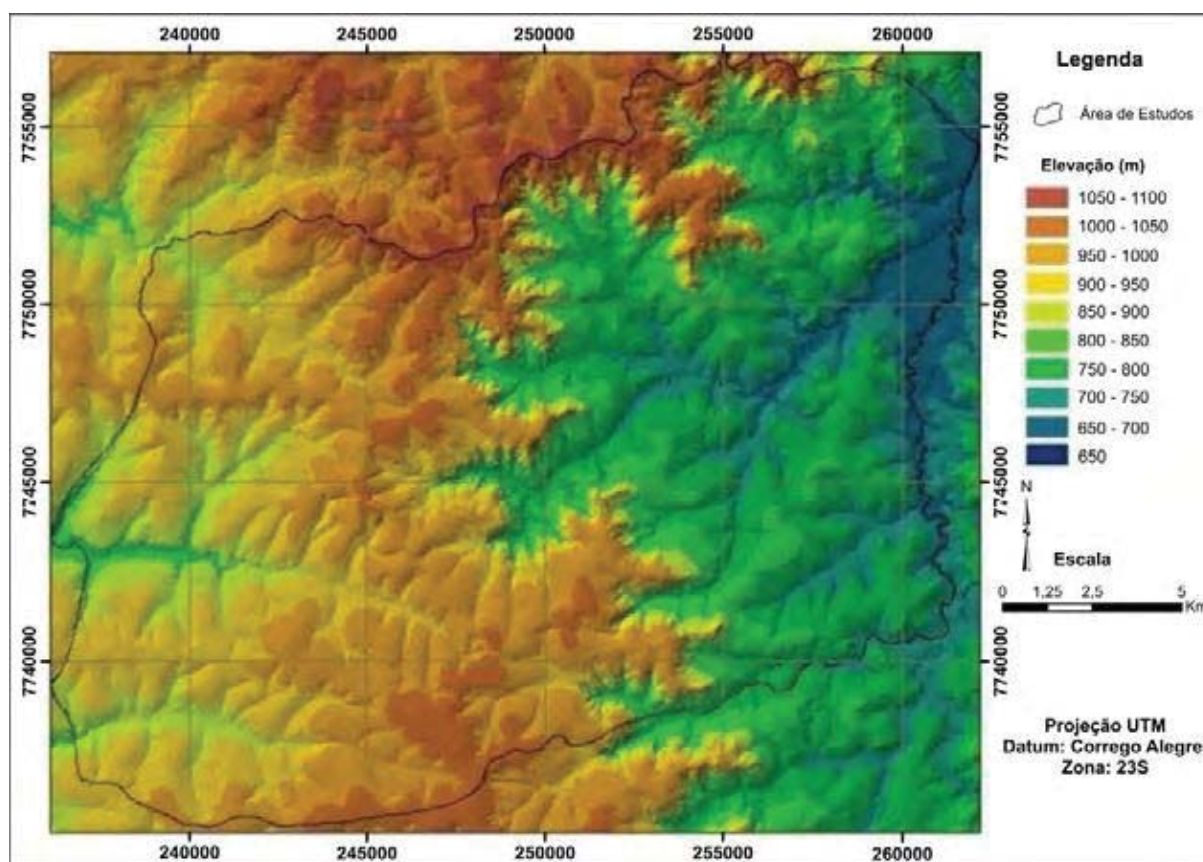
Com base na classificação proposta por Monteiro (1973), Sant'anna (1995) elaborou uma carta síntese da variação temporo-espacial das chuvas no estado de São Paulo, definindo oito unidades regionais e vinte e cinco subunidades homogêneas. Dentre essas, Cristais Paulista situa-se na unidade “Cuestas Basálticas” e na subunidade “Franca/Batatais”, com amplitude altimétrica de 650 a 1.100 m (Figura 12), total 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, por isso é necessário que os agricultores fiquem atentos com a irrigação nessa época do ano para que não haja perdas na lavoura e nem com o gado.

Segundo o zoneamento macroclimático elaborado pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) (2009a), a média da umidade do ar do município é de 60 a 70%, as médias das máximas estão em torno de 24-25° C, as das mínimas em torno de 4-6,6° C e a média é de 19-22°C.

Com relação à probabilidade de geadas, a possibilidade de a temperatura ser menor que 0° C em Cristais Paulista – SP é de 0 a 20%, a de ser menor que 1° C é de 0 a 40% e a de ser menor que 2° C é de 1 a 40%, por isso recomenda-se ao agricultor que faça fogueiras com pneus e serragem, durante a madrugada, quando houver geadas, para que haja uma menor perda da produção daqueles cultivos sensíveis ou intolerantes a geadas (CENTRO INTEGRADO..., 2009a).

Figura 12 - Mapa Hipsométrico



Fonte: BARTOLOMEU, 2009, p. 50

O clima da área de estudo 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:

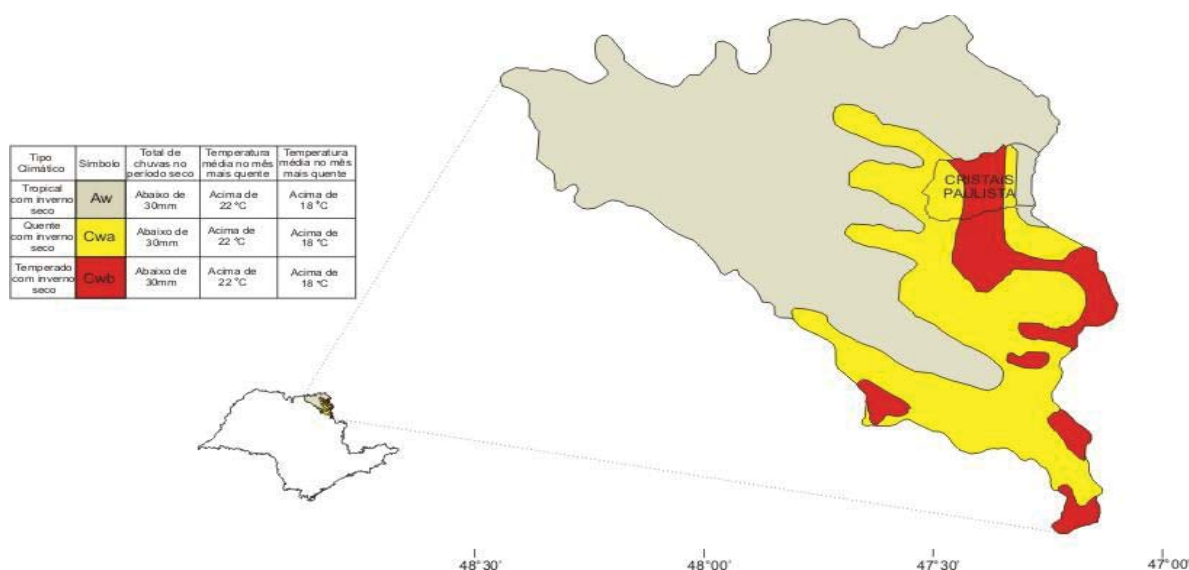
a) o clima *Aw* é tropical úmido com estiagem no inverno. O total de chuva no período seco é inferior a 30 mm, a temperatura média no mês mais quente é superior a 22°C, e no mês mais frio superior a 18°C;

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°C no mês mais quente, e temperaturas menores que 18°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 superior a 22°C, e no mês mais frio é menor que 18°C. A distribuição destes tipos climáticos está representada no mapa da figura 13.

Em um estudo elaborado a partir de dados de 27 estações termométricas e 427 postos pluviométricos, Rolim, Camargo, Lania e Moraes (2007) desenvolveram novos mapas agroclimáticos para o estado, de acordo com as metodologias de Köeppen e Thornthwait. Para 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, 1948).

Figura 13 - Mapa dos Tipos Climáticos de Acordo com a Classificação de Köeppen na Bacia Hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande

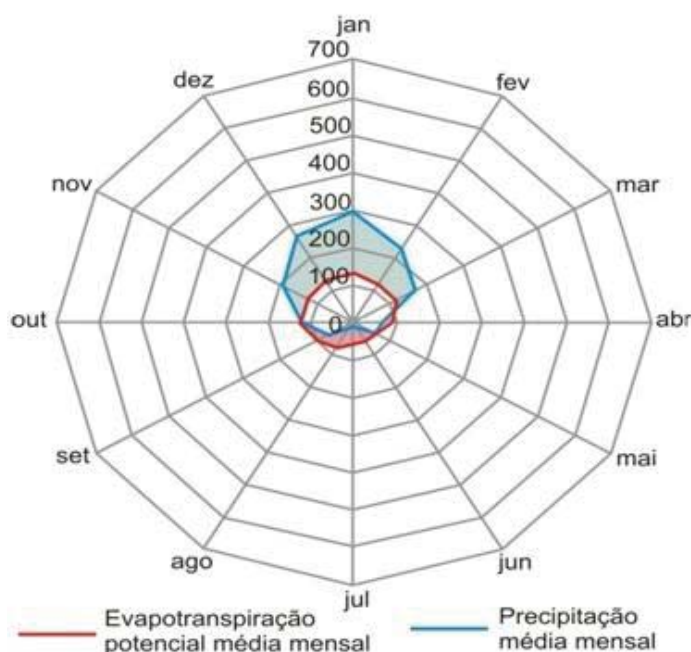


A partir de dados retirados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CENTRO..., 2009a), foram realizadas análises quanto à deficiência hídrica da média histórica de 12 anos (1993 a 2005), para constatar algum padrão no clima do município. Analisando-se a média mensal de precipitação e evapotranspiração 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 14, com destaque em vermelho).

Nota-se que a área de estudo 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 e disponibilidade 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 cinco meses de deficiência hídrica.

**Figura 14 - Climograma da Média Histórica de 12 anos (1993-2005)
com a Precipitação Média Mensal e a Evapotranspiração Potencial
Média Mensal**



Fonte: CENTRO INTEGRADO..., 2009a

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 os estados de 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; BARROS; DOYLE, 2000).

Tais eventos podem ser ocasionados pela variação 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; BARROS; DOYLE, 2000).

Ropelewski e Halpert (1987) 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 dos anos quentes até fevereiro do ano seguinte (GRIMM; BARROS; DOYLE, 2000). Durante o fenômeno de La Niña, não são encontradas diferenças significativas em relação ao El Niño, para a mesma região (ROGERS,

1988). Neste fenômeno, presenciou-se uma consistente anomalia negativa de julho a dezembro de anos mais frios (GRIMM; BARROS; DOYLE, 2000).

Geralmente, o El Niño é caracterizado por ocasionar, na região Sul e Sudeste do Brasil, um grande aumento do volume de chuva, principalmente, na primavera, fim do outono e começo do inverno, podendo acarretar prejuízos na colheita de grãos e também aumenta a temperatura no inverno, que é bom para a agricultura, pois diminui a incidência de geadas. Já a La Niña, causa uma diminuição na pluviosidade e com isso ocorre estiagem de setembro a fevereiro, um outono e inverno mais frio com grandes quedas na temperatura no Sul e Sudeste (CENTRO..., 2001).

Segundo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (2010), dentre os períodos analisados no estudo, os anos de ocorrência do fenômeno El Niño em escala mundial são: 1990 a 1995, 1997 a 1998, 2002 a 2007 e 2009 a 2010. Já a La Niña, ocorreu nos anos de: 1995 a 1996, 1998 a 2001 e 2009 a 2010.

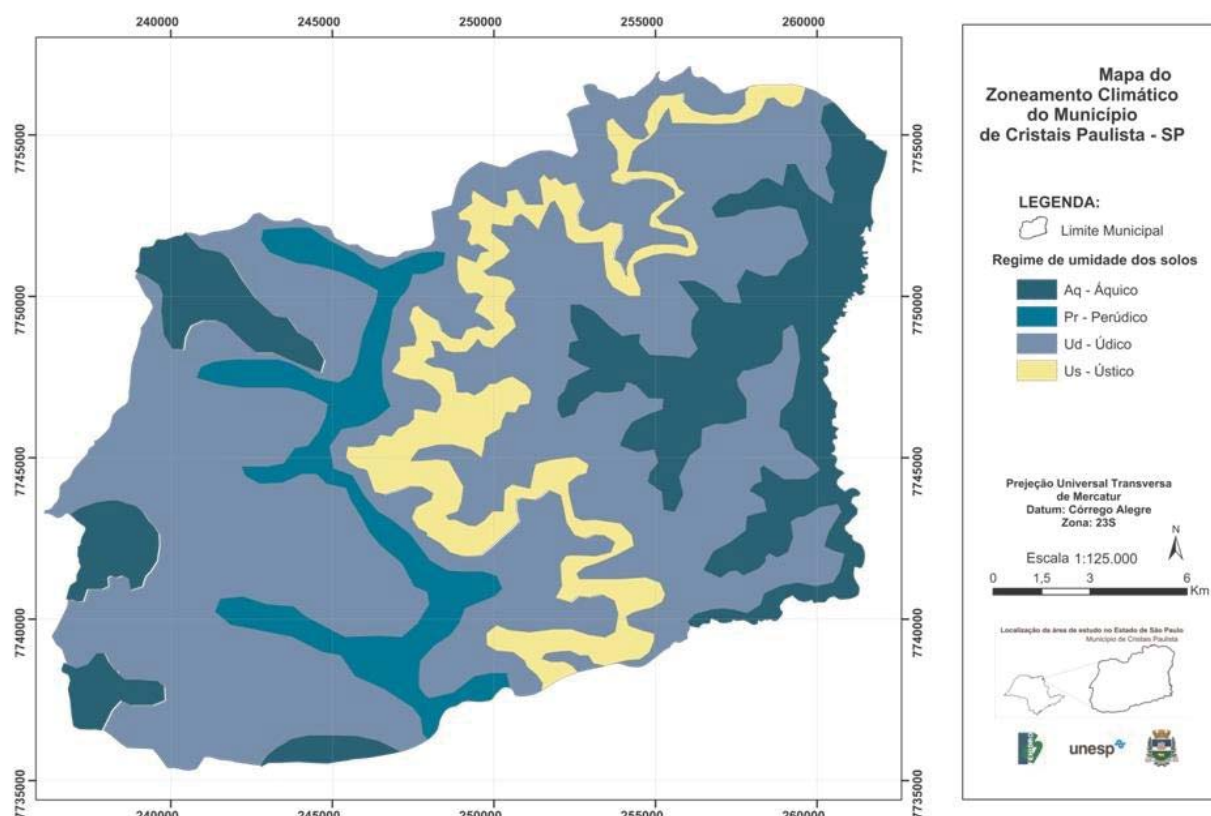
É notável a apresentação dos fenômenos em Cristais Paulista em alguns anos, porém, em alguns casos não há a ocorrência do padrão climático de tais eventos, como é o caso do ano de 2000 que apresentou uma anomalia pluviométrica no mês de janeiro, que não condiz com o fenômeno La Niña (UNIVERSIDADE..., 2011).

4.1.8 Zoneamento Edafoclimático

Conforme o estudo geoambiental do município de Cristais Paulista – SP, com a análise de precipitação e temperatura é possível definir os aspectos edafoclimáticos. Esta avaliação ocorre mediante a consideração das propriedades e características do solo em função da temperatura e das relações solo-atmosfera de armazenamento de água ou período de seca na seção controle do mesmo (até a profundidade de 50 cm). Assim definindo os seguintes regimes de umidade para os solos da região, cuja distribuição mostra-se na figura 15 (UNIVERSIDADE..., 2011).

O município apresenta os seguintes regimes de umidade: áquico (na região Leste e algumas a Oeste), perúxico (na região central, acima das cuestas basálticas), údico (na maior parte do município nos planaltos altos e baixos) e ústico (presente nos talude das cuestas e leques).

Figura 15 – Mapa de Zoneamento Edafoclimático de Cristais Paulista - SP



Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, p. 336

O regime Áquico caracteriza-se por ocorrer uma saturação com água dos lençóis freáticos que podem ser aflorantes durante a maior parte do ano, podem ser observados estes solos perto dos canais de drenagem ou nas várzeas do município (UNIVERSIDADE..., 2011). Com isso, o agricultor deve ficar atento, pois pode haver necessidade de drenagem do solo para culturas que não toleram sobressaturação e se adaptam melhor a aqueles bem drenados.

O regime Pérúdico apresenta umidade durante quase todos os meses do ano. A umidade armazenada pode suplementar as necessidades das culturas durante quase todo o ano (UNIVERSIDADE..., 2011). Nesse regime a precipitação excede a evapotranspiração em todos os meses e raramente há a necessidade de irrigação das culturas.

No regime Údico os solos não seca na maioria dos anos (entre 5/10 anos) por um período tão longo como 90 dias acumulativos. A precipitação e evapotranspiração nesta condição são praticamente iguais podendo as chuvas exceder a evaporação (UNIVERSIDADE..., 2011), porém pode ser necessário irrigação na época de seca (junho a agosto).

O regime Ústico apresenta o conceito central deste regime, é o da limitação por umidade ainda presente e isso ocorre num período de tempo em que as condições são propícias

ao crescimento das plantas (UNIVERSIDADE..., 2011), por isso é necessário que o agricultor tenha irrigação, pois o solo apresenta deficiência hídrica na maior parte do ano.

Além disso, o regime térmico (50 cm de profundidade) dos solos do município são isoipertérmicos, onde a média anual de temperatura do solo é maior ou igual a 22° C e sofrendo pouca variação. E a diferença de temperatura entre os três meses mais frios e mais quentes é menor que 5° C (RESENDE; CURI; SANTANA, 1988).

Vale ressaltar que, este zoneamento foi feito numa escala de 1:125000 que é de reconhecimento de média intensidade e estimativa de natureza qualitativa e semiquantitativa do recurso solo com enfoque regional e precisão de 70 a 80% de confiabilidade e uma área mínima mapeável de 90 ha ou 0,9 Km², portanto é necessário que o agricultor leve isso em consideração para utilizar esse mapa na hora de planejar a irrigação na sua propriedade.

4.1.9 Flora e fauna

4.1.9.1 Flora

A vegetação predominante na região é o cerrado, porém também sofre influência da Floresta Estacional Semidecídua e ambos estão extremamente fragmentados, perfazendo 6,6 % de sua área, com vegetação natural. Duas Unidades de Conservação estão protegidas na UGRHI 8, sendo uma de Proteção Integral e uma de Uso Sustentável. (COMPANHIA..., 2010).

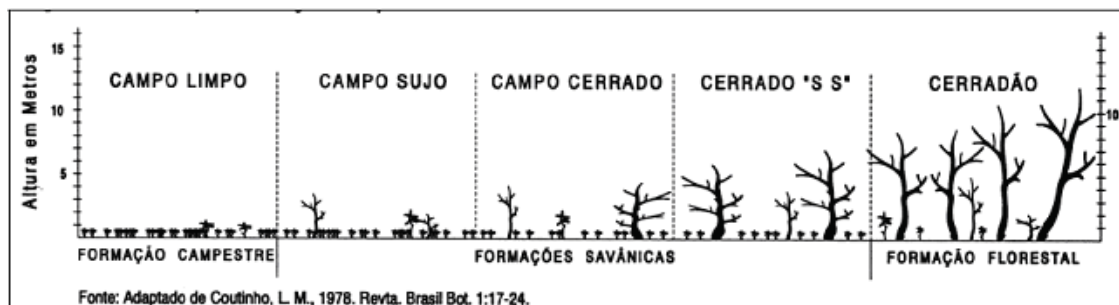
Cerrado

A formação vegetal do cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres.

A fisionomia Floresta (formada por Mata ciliar, Mata de galeria, Mata seca e Cerradão) é representa por áreas em que espécies arbóreas predominam, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo. O termo Savana (constituída por Cerrado sentido restrito, Campo de cerrado, Palmeiral e Vereda) refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato de gramíneas, sem a formação de um dossel contínuo. Já o termo Campo (composto por Campo sujo, Campo rupestre e Campo limpo) designa áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, com pouquíssimas árvores na paisagem. Todas as

classificações seguem de Sano e Almeida (1998). A fisionomia da vegetação de cerrado apresenta-se esquematizada na figura 16 a seguir.

Figura 16 - Representação Esquemática das Fisionomias do Cerrado



Fonte: COUTINHO, 1978, 22

Floresta Estacional Semidecídua

Essa vegetação é composta por florestas que, originalmente, recobriam a maior parte do interior do Estado de São Paulo. São constituídas por muitas espécies diferentes, ocorrendo em diversos tipos de solo, em geral mais secos. Localizam-se longe de cursos d'água ou beirando rios que têm barrancos muito altos onde não existe a possibilidade de ocorrer encharcamento. Florestas de árvores altas, de 20 a 25 m de altura, onde aparecem com maior frequência 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. Nessas florestas, muitas espécies perdem as folhas nas épocas mais secas do ano. As matas de planalto são bastante fragmentadas e geralmente estão associadas às matas ciliares. Algumas espécies de cerrado aparecem associadas a ela, porém, com menor abundância. Outras são encontradas nas bordas ou próximas das matas de planalto sobre solos de menor fertilidade (TEIXEIRA, 2001).

Em Cristais Paulista uma das principais unidades fitofisiográficas presentes é a floresta paludosa (florestas hidrófilas ou matas de brejo), que se distingue pelo desenvolvimento em solos hidromórficos, sujeitas à presença quase constante de água superficial no solo. Ocorrem, sobretudo, em várzeas, nascentes e depressões. Por serem restritas a áreas superficialmente encharcadas, encontram-se naturalmente fragmentadas (TONIATO; LEITÃO FILHO; RODRIGUES, 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) encontradas em algumas

áreas desprovidas de vegetação e com solo permanentemente encharcado, mostrando que essas espécies são colonizadoras deste tipo de ambiente (TEIXEIRA, 2001).

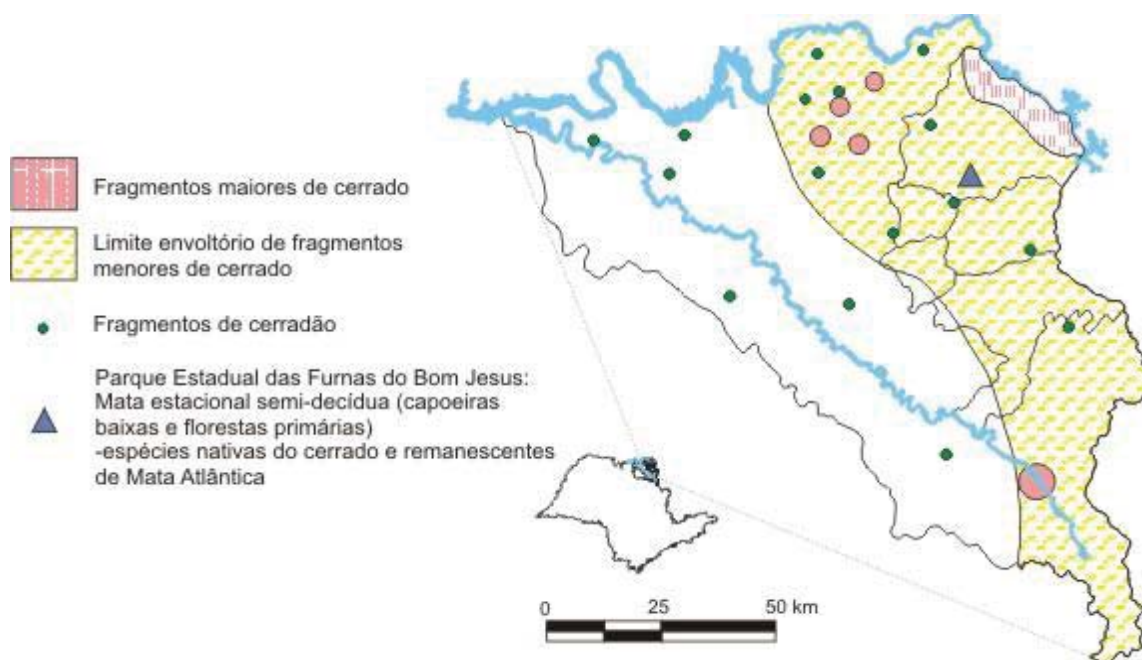
A maior parte dos campos úmidos (subtipo de campo sujo) na microbacia é produto de atividades antrópicas em locais de solo encharcado, onde o fluxo de água foi interrompido por represamentos ou construção de estradas não pavimentadas (TEIXEIRA, 2001).

Segundo Teixeira e Rodrigues (2006), as espécies encontradas nas matas galerias da região em comum com as de cerrado confirmam a importante contribuição desse domínio vegetacional circundante para a flora da floresta de galeria e certifica as observações de Oliveira Filho e Ratter (1995) 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 evidenciou uma maior similaridade 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 localizadas 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 parecidos (TEIXEIRA; RODRIGUES, 2006).

A localização de fragmentos de vegetação natural dentro da UGRHI 08 apresenta-se na figura 17, a seguir.

Figura 17 - Padrões de Vegetação Natural na UGRHI 08



Fonte: SISTEMA..., 2000, p. 37

4.1.9.2 Fauna

A fauna do cerrado é pouco conhecida, particularmente a dos invertebrados. Seguramente ela é muito rica, sobressaindo-se, naturalmente, a classe dos Insetos. Quanto aos vertebrados, o que se conhece são, em geral, listas das espécies mais frequentemente encontradas em áreas de cerrado, pouco se sabendo da história natural desses animais, do tamanho de suas populações, de sua dinâmica, etc. Só atualmente que estão surgindo alguns trabalhos científicos, dissertações e teses sobre estes assuntos. 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. Porém, entre pequenos roedores e aves existem múltiplos endemismos, pelo menos em nível de espécie (COUTINHO, 2008).

Ainda que a mais recente revisão da fauna de mamíferos aponte um número de espécies maior do que as compilações anteriores – cerca de 200 espécies para o cerrado (KLINK; MACHADO, 2005), a riqueza da classe ainda é relativamente pequena. Os mamíferos estão especialmente associados ou restritos aos fragmentos florestais ou matas de galeria (KLINK; MACHADO, 2005). A avifauna é rica (mais de 830 espécies), porém o nível de endemismo é baixo (3,4%). O número de peixes, répteis e anfíbios são elevados. A diversidade de formas endêmicas da herpetofauna é numericamente muito superior à das aves (KLINK; MACHADO, 2005).

Os invertebrados são muito pouco conhecidos, todavia estimativas sugerem uma riqueza em torno de 90.000 espécies sendo a presença de 13% das borboletas, 35% das abelhas e 23% dos cupins da região Neotropical (KLINK; MACHADO, 2005).

A respeito dessa elevada biodiversidade, a atenção reservada para sua conservação tem sido muito inferior que aquela dispensada à Amazônia ou à Mata Atlântica. Atualmente 9,4% de seus domínios estão protegidos por Unidades de Conservação (UCs) Federais, Estaduais e Municipais (INSTITUTO CHICO MENDES, 2012). Embora seja inegável a expansão das áreas protegidas no cerrado nas últimas décadas, ainda não foi alcançado o mínimo de 10% de áreas protegidas estipulado pela Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), indicador atrelado à sobrevivência de inúmeras espécies de animais e plantas e à manutenção de serviços ambientais como fornecimento de água e matérias-primas e regulação do clima. Adiciona-se ainda, o fato de que o cerrado possui a menor porcentagem de áreas sob Proteção Integral. De seu território legalmente protegido (9,4%), apenas 2,9% são UCs de Proteção Integral, sendo 6,5% de unidades de Uso Sustentável e além de tudo, existem estimativas indicando que pelo menos 20% das espécies endêmicas e ameaçadas permanecem fora dos parques e reservas existentes (KLINK; MACHADO, 2005).

4.2 Fertilidade do Solo

A fertilidade do solo permitiu o desenvolvimento de civilizações e a criação de riquezas, todavia, a agricultura científica possibilitou o desenvolvimento de cultivos em áreas de baixa fertilidade. A ciência trouxe o uso de corretivos da acidez e de fertilizantes minerais para que a agricultura ocupasse áreas improdutivas e restaurasse a produtividade de solos desgastados. Para obter uma boa produtividade, a fertilidade do solo se faz necessária em quantidades adequadas permitindo conciliar assim, o resultado econômico positivo e a preservação dos recursos naturais (RAIJ, 1991).

E para obter um aumento na produtividade das culturas é necessário o uso de quantidades adequadas de fertilizantes e corretivos (principal fator) e, além disso, manter uma umidade suficiente nos solo (irrigação, manejo adequado dos restos de culturas, uso de gesso agrícola, etc.), escolher variedades adaptadas e produtivas, espaçamento e numero de plantas adequados, controle de plantas invasoras (capina manual, mecânica ou uso de herbicidas se necessário), controle de pragas e doenças (escolhendo variedades tolerantes ou resistentes, controle biológico ou uso de defensivos agrícolas se necessário), rotação de culturas (diminui a incidência de espécies vegetais invasoras, pragas e doenças), drenagem adequada (áreas

sujeitas a encharcamento), melhoria da estrutura do solo (mantendo o nível de matéria orgânica, através da rotação de culturas, adubação verde, incorporação de restos de cultura e adubos orgânicos) e uso de práticas adequadas de conservação do solo (curvas de nível, terraços, descompactação do solo, etc.) (LOPES, 1998).

Segundo Raij (1991) o solo é a parte superficial intemperizada não consolidada da crosta terrestre, contendo matéria orgânica e seres vivos e as plantas se desenvolvem nele obtendo água e nutrientes. Além disso, a estrutura do solo influencia de modo marcante o crescimento das raízes e da parte aérea, pois à medida que o solo torna-se mais compacto, a proporção de maiores espaços porosos decresce, o crescimento das raízes diminui e a produção declina.

4.2.1 Nutrientes Essenciais

Segundo Lopes (1998) as plantas necessitam de 16 nutrientes essenciais para o seu crescimento e eles são divididos em dois grupos principais: nutrientes não minerais e nutrientes minerais.

Os Nutrientes não minerais são o carbono (C), o hidrogênio (H) e o oxigênio (O), eles são encontrados na atmosfera e na água e participam da fotossíntese da planta e os produtos da fotossíntese são os maiores responsáveis pelo crescimento das mesmas.

Os Nutrientes minerais são fornecidos pelo solo e estão subdivididos em três grupos: nutrientes primários, nutrientes secundários e micronutrientes.

- Nutrientes primários: Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K);
- Nutrientes secundários: Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S);
- Micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn);

Cinco nutrientes adicionais – Sódio (Na), Cobalto (Co), Vanádio (V), Níquel (Ni) e Silício (Si) – tem sido considerados essenciais para algumas plantas e eles quase nunca são deficientes em solo. O Silício não é um elemento essencial fisiologicamente, mas sim do ponto de vista agrônomo para as gramíneas e o Cobalto é considerado essencial para as leguminosas (LOPES, 1998).

Os nutrientes primários tornam-se deficientes no solo antes dos demais, pois as plantas os usam em quantidades relativamente grandes. Já os nutrientes secundários e os micronutrientes são geralmente menos escassos e usados em pequenas quantidades, porém

não são menos importantes que os primários para uma apropriada fertilidade do solo (LOPES, 1998).

A produtividade de uma colheita é limitada pela deficiência de qualquer um dos nutrientes essenciais, mesmo que todos os outros estejam disponíveis em números apropriados (Lei do Mínimo) (LOPES, 1998).

4.2.1.1 Nitrogênio (N)

Este elemento é essencial às plantas, pois faz parte da estrutura de cada célula e no geral, as plantas necessitam de grandes quantidades desse nutriente. Faz parte da síntese e da molécula de clorofila e é um componente vital dos aminoácidos, os quais formam as proteínas aumentando o teor da mesma nas plantas (LOPES, 1998).

Quando em nível adequado nas plantas o N produz uma cor verde escura nas folhas, devido a uma alta concentração de clorofila. Sua deficiência origina um amarelecimento das folhas, primeiramente nas folhas mais velhas e posteriormente nas mais novas, conforme a carência se torna mais forte e a formação de áreas púrpuras devido ao acúmulo de antocianinas. Também são indicadores de deficiência o crescimento lento e retardado, perda de vigor, menor quantidade de folhas e, em certas culturas pode levar a uma maturação precoce, como no algodão. Já seu excesso pode levar ao aumento vegetativo da planta, reduzir a formação de frutos e diminuir a qualidade da produção (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998).

O N deve ser aplicado de forma parcelada, o número de aplicações depende da cultura, do tipo de solo e da quantidade e intensidade das chuvas. E para que o N esteja disponível as plantas é necessário que o solo tenha o pH na faixa de 4,5 a 10 (pH ótimo de 8,5), os solos devem ter umidade suficiente para a planta, pois as bactérias nitrificantes só permanecem ativas em solos sob condições mais secas, a temperatura tem que estar acima da de congelamento até 30°C, solos aerados e de textura média a arenosa são propícios para as bactérias nitrificantes por conter maior quantidade de oxigênio e solos arenosos e com baixa CTC precisam de aplicações mais profundas do que os argilosos (LOPES, 1998).

Segundo Lopes (1998) as principais fontes de nitrogênio são:

- Amônia anidra – contém 82% de N (maior quantidade disponível no mercado), é armazenada sob pressão (na forma líquida), aplicada ao solo através de tanques de alta pressão por injeção ou por mistura na água de irrigação (inundação ou sulcos, nunca por

aspersão), os solos não devem estar compactados e nem encharcados na aplicação, menores aplicadores ou pontos de aplicação reduzem a perda de amônia;

- Aqua amônia e soluções de nitrogênio - a primeira é obtida dissolvendo gás amônia em água e tem propriedades muito parecidas com a amônia anidra e precisam ser colocadas abaixo da superfície do solo para diminuir as perdas. As soluções de nitrogênio são preparadas misturando soluções concentradas de nitrato de amônio, ureia, e algumas vezes de aqua amônia, outras vezes são produzidas pela dissolução de ureia e/ou nitrato de amônio sólido e são classificadas como pressurizadas ou não pressurizadas;

- Nitrato de amônio – contem 32% de N (metade amoniacal e metade nítrica), não pode ser deixado em sacos ou compartimentos abertos por longos períodos em clima úmido porque absorve umidade e são muito apropriados para misturas de produtos e para culturas que precisam de aplicações em cobertura;

- Fosfato de amônio – são fontes mais importantes de fósforo do que de nitrogênio;

- Ureia ou carbamida– possui 44% de N é a mais consumida no Brasil e deve-se evitar contato direto com a semente ou plântula;

- Sulfato de amônio – contem 20% de N e 22-24% de enxofre;

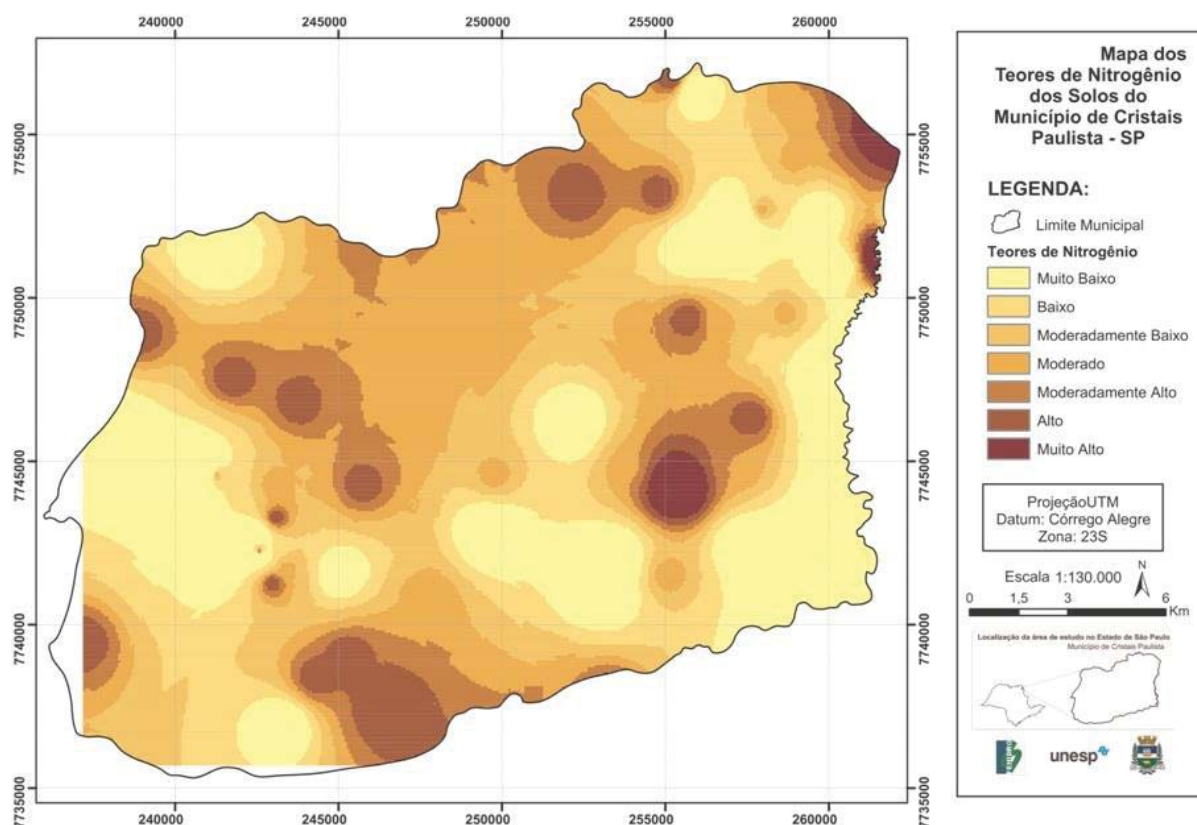
- Sulfonitrato de amônio – é adquirido através da mistura a quente de soluções de nitrato, sulfato de amônio e apresenta 25% de N (5% nítrico e 20% amoniacal) e também contem de 13 a 15% de enxofre;

- Nitrocálcio – é a mistura de nitrato de amônio com calcário finamente moído, possui 20% de N (10% na forma nítrica e 10 na forma amoniacal) e contem ainda de 2 a 8% de cálcio e de 1 a 5% de magnésio;

- Nitrato de sódio – resultante da extração e purificação de depósitos naturais de caliche no Chile e apresenta 15% de N na forma nítrica;

A figura 18 mostra os níveis de nitrogênio no município de Cristais Paulista e nela pode-se observar que no extremo Leste a um baixo teor deste elemento, assim como em partes do extremo Oeste, porém em sua maior parte está acima dos níveis moderados.

Figura 18 - Mapa dos Teores de Nitrogênio de Cristais Paulista - SP



Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, p. 292

4.2.1.2 Fósforo (P)

Também é um elemento essencial e insubstituível para o crescimento das plantas, pois complementa o ciclo normal de produção, é um dos três elementos primários (nitrogênio e o potássio). Ele age na fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, além disso, causa o crescimento e a formação antecipada das raízes, aumenta a resistência às severidades do inverno, melhora a eficácia no uso da água, favorece a resistência a doenças em algumas plantas, antecipa a maturidade, importante para a colheita e qualidade do cultivo e melhora a qualidade de frutas, verduras e grãos, pois é fundamental para o desenvolvimento de sementes (LOPES, 1998).

Um dos sinais de deficiência deste elemento é o crescimento anormal da planta e quando essa carência se torna severa surge áreas mortas nas folhas, frutos e pecíolos, as folhas mais velhas são afetadas antes das mais jovens, folhagem verde-escura ou azul esverdeada (na maioria das espécies), uma cor púrpura (arroxeadas) ou avermelhada é observado em milho e algumas outras culturas (principalmente em baixas temperaturas), atraso na maturidade, causa um menor perfilhamento de grãos, reduz a produção, porém a deficiência de fósforo é de

difícil detecção em muitas culturas, sendo necessário uma análise no solo ou na planta (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998).

A maior parte do fósforo encontrado no solo é proveniente da intemperização da apatita que quando se desintegra libera vários compostos de fósforo, dentre eles dois ortofosfatos que são absorvidos pelas raízes das plantas e também pela decomposição da matéria orgânica.

Quanto à disponibilidade de P no solo, os mais argilosos “fixam” mais P do que aqueles com menos quantidade de argila, quanto mais tempo ele tiver em contato com o solo maior a possibilidade de fixação, solos bem aerados e não compactados, umidade ótima do solo, altos níveis de fosfato, temperaturas nem muito baixas e nem muito alta, outros nutrientes também ajudam na absorção, a aplicação de P deve ser feito de acordo com o tipo de raiz da cultura (raízes profundas aplicações mais profundas e raízes curtas aplicações mais superficiais), pH entre 5,5 e 7 e calagem são muito importantes, quando aplicado com o N o P torna-se mais disponível (LOPES, 1998).

O fósforo deve ser aplicado a lanço seguindo-se de aração ou gradagem, em culturas forrageiras a aplicação em faixa é mais eficaz, o tomateiro e a cebola respondem bem quando colocado diretamente abaixo da semente ou da muda, quando aplicado com amônia anidra ou soluções de ureia-nitrato de amônio (URAN) em solos com baixa fertilidade aumenta o rendimento do trigo, algumas vezes as aplicações a lanço e em sulcos são feitas em combinação para melhorar o efeito assegurando um suprimento imediato e uma reserva de nutriente para o crescimento e a batata inglesa se dá melhor em fósforo aplicado em faixas e, este tipo de aplicação, também tem melhor eficiência em solos com baixa fertilidade (LOPES, 1998).

Segundo Lopes (1998) os fertilizantes contendo fósforos mais comuns são:

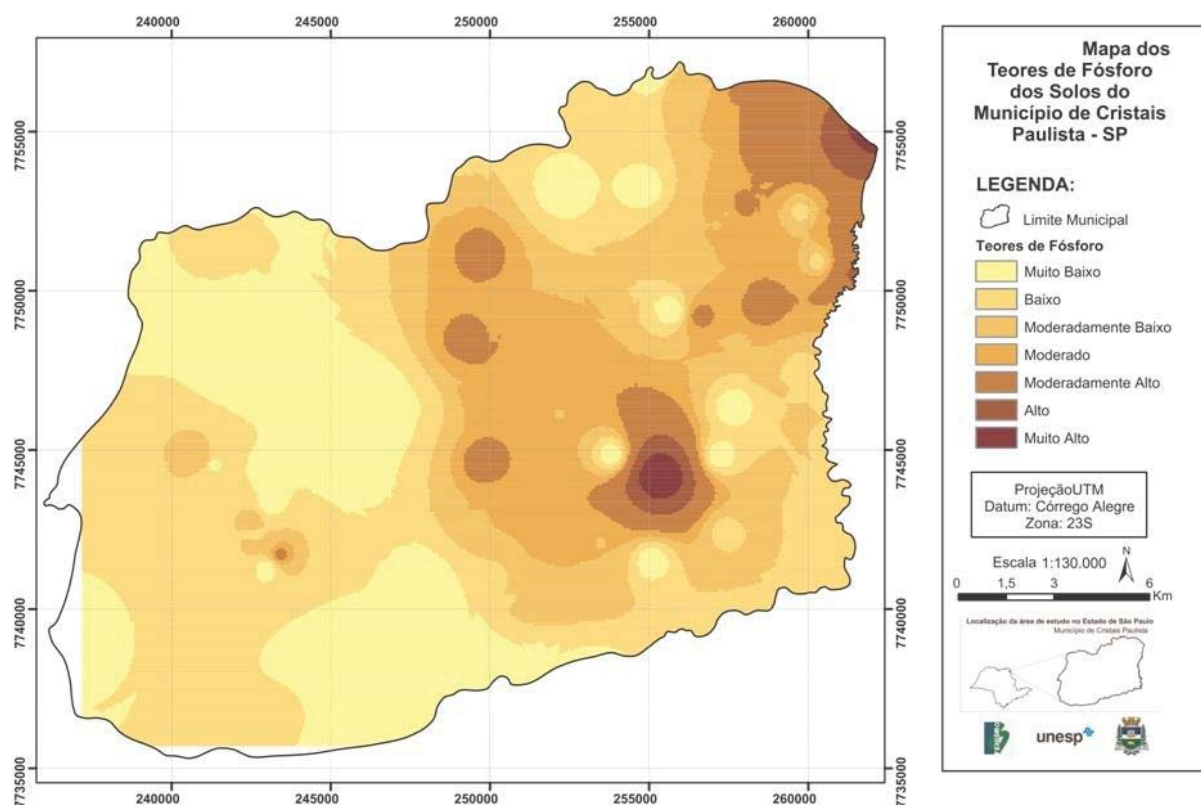
- Superfosfato simples ou normal – contem 18% de P_2O_5 , 18 a 20% de cálcio e 10 a 12% de enxofre;
- Superfosfato concentrado ou triplo - possui um mínimo de 41% de P_2O_5 12 a 14% de cálcio;
- Ortofosfatos de amônio – fosfato de monoamônio (MAP) com o mínimo de 9% de N e 48% de P_2O_5 e o fosfato de diamônio (DAP) com o mínimo de 16% de N e 45% de P_2O_5 ;
- Polifosfatos de amônio – apresentam uma amplitude de 40 a 70%;
- Nitrofosfatos – 14% de N, 18% de P_2O_5 e 8 a 10% de cálcio;

- Superfosfatos amoníacos;
- Fosfatos naturais – dividido em fosfatos naturais pouco reativos (baixa eficiência no curto prazo para culturas anuais e bianuais, contem 24% de P_2O_5 total, mínimo de 4% solúvel em ácido cítrico e 23 a 27% de cálcio) e fosfatos naturais reativos (com 28% de P_2O_5 , mínimo de 9% solúvel em ácido cítrico e 30 a 34% de cálcio e são excelentes quando comparados com fontes de fósforos solúveis em água, em certas condições);
 - Termofosfato – o mais usado no Brasil é o termofosfato magnesiano com 17% de P_2O_5 total, 14% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico e 7% de magnésio;
 - Escória de Thomas – têm 12% de P_2O_5 solúvel em ácido cítrico, 20 a 29% de cálcio e 0,4 a 3 % de magnésio, pouco usado no Brasil;
 - Farinha de ossos – possuem 20% de P_2O_5 total, 16% solúvel em ácido cítrico e 30 a 32 % de cálcio;

Nos solos ácidos dos trópicos o uso de fosfatos naturais reativos é muito apropriado para a maioria das culturas, porém é indispensável que o pH seja menor que 5,5 e que se utilize produtos altamente reativos. Recomenda-se que o fósforo seja aplicado 60 a 90 dias após a calagem e logo antes do plantio da cultura anual e usa-se a dose de 4 Kg de P_2O_5 solúvel para cada 1% ou 10 g/Kg de argila (LOPES, 1998).

Na figura 19 pode-se notar que os níveis de fósforo na parte Oeste do município são muito baixos e de moderado a muito alto a Leste, com alguns pontos de muito baixo teor deste elemento nesta área.

Figura 19 - Mapa dos Teores de Fósforo nos Solos de Cristais Paulista – SP



Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, p. 291

4.2.1.3 Potássio (K)

É vital para as plantas, um dos três nutrientes primários (N e P), é mais utilizado nas plantas do que o fósforo. O teor de potássio nos fertilizantes é expresso em K_2O . Ele é retirado do solo na forma K^+ e nas plantas, exerce função vital na fotossíntese, quando este elemento é deficiente na planta a fotossíntese diminui e a respiração aumenta, diminuindo assim o suprimento de carboidratos para as plantas (LOPES, 1998).

Também possui a função de: fundamental na síntese proteica, importante na decomposição de carboidratos (fornece energia para o crescimento das plantas), auxilia a contralar o balanço iônico, é usado na translocação de metais pesados como o ferro, ajuda as plantas a refrear os efeitos de doenças, essencial para a formação de frutos, melhora a tolerância ao frio, responsável pela ativação enzimática que regulam as reações metabólicas nas plantas. Dentre essas funções, o potássio, é igualmente responsável por aumentar a eficácia do uso de água, controla o fechamento e abertura dos estômatos, acrescenta peso nas sementes e o número de sementes no milho, melhora o teor do óleo e proteínas na soja, aumenta a abundância de açúcar na soja e na beterraba, melhora a resistência das fibras do

algodão e de outras plantas fibrosas, aperfeiçoam a qualidade do trigo para moagem e panificação e o estande e a longevidade das forragens (LOPES, 1998).

Para um melhor rendimento é necessário que a quantidade de N, P e K sejam balanceadas e equilibradas, e sua deficiência aparece de muitas formas nas plantas, dentre elas, o mais comum é a murcha ou queimas ao longo das margens das folhas (primeiro nas folhas mais velhas) e deixa as folhas verde-escuras ou azul-esverdeadas, as plantas se desenvolvem lentamente, mostram sistemas radiculares pouco desenvolvidos, as sementes e os frutos são enrugados e menores, as plantas acabam tendo baixa resistência a doenças e o crescimento das gemas apicais podem ser bloqueados pela prolongada escassez deste nutriente (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998).

Na banana a carência de K causa folhas pequenas, amarelecimento na ponta das folhas velhas e a folhas se curva para dentro. No milho ocorre o encurtamento dos internódios e crescimento reduzido, secamento e queima da parte de fora das folhas e espigas mal granadas e palhosas. Nas árvores frutíferas as folhas verdes amareladas se curvam para cima, formam-se áreas secas nas extremidades e frutos pequenos com queda prematura. Na batata as folhas superiores são menores, enrugadas e mais escuras que o normal, necrose das pontas e margens e clorose internerval das folhas maduras. No arroz as plantas tornam-se raquíticas com folhas verdes escuras e raízes escuras, descoloridas e podres. Na soja sucede o secamento e queima na parte externa da folha e sementes enrugadas e não uniforme. E no trigo, plantas raquíticas e murchas, clorose das pontas e nas margens e necrose das folhas velhas (LOPES, 1998).

O K existe no solo de três formas: potássio não disponível (contidos nas estruturas de rochas), potássio lentamente disponível (adsorvido ou armazenado entre as lâminas de algumas argilas) e potássio disponível (encontrado na solução, na água, do solo mais o fixado pela matéria orgânica e pela argila do solo, trocável) (LOPES, 1998).

Este elemento tende a permanecer no seu local de aplicação, pois tem pouca mobilidade no solo, porém vários fatores podem limitar a absorção de potássio pela planta, dentre eles estão: solos compactados, plantio direto ou cultivo mínimo, solos com baixa CTC, baixas temperaturas, estresse por seca ou excesso de umidade (LOPES, 1998).

Em plantas com sistema radicular limitado e em solos frios e/ou compactados a aplicação em camalhão e cova ou faixa e linha são mais eficazes, entretanto tem-se que ter cautela com a proximidade deste elemento com as sementes ou plântula, pois pode reduzir a germinação e/ou causar danos às raízes. A aplicação em camalhão ou cova deve ser feita ao lado das raízes, e em linha ou faixa deve ser colocado abaixo e ao lado das sementes para não

causar danos. As aplicações em linha e a lanço são melhores para se aplicar fertilizantes, uma vez que propicia que o nutriente esteja disponível para uso imediato e uma reserva para ser usada durante o crescimento da planta (LOPES, 1998).

Para culturas anuais, incluindo grãos e legumes, o potássio deve ser aplicado no plantio ou transplântio, já que as plantas absorvem grandes quantidades na fase inicial de desenvolvimento. Em culturas perenes, como árvores frutíferas, o K deve ser aplicado de acordo com as exigências de cada cultura. Nos cítricos indica-se que a aplicação seja feita três vezes por ano (antes do florescimento, no estágio de crescimento dos frutos e na colheita). Em solos arenosos é aconselhável que as aplicações sejam parceladas, devido às perdas por lixiviação (LOPES, 1998).

Segundo Lopes (1998) e Raij (1991) as principais fontes de fertilizantes com potássicos são:

- Cloreto de potássio (KCl) – ou muriato de potássio, é solúvel em água e possui 60-62% de K_2O , disponível em cinco tamanhos de partículas (branco solúvel, “standard” especial, “standard”, grosso e granular), o tipo granular é mais apropriado para misturas de produtos e o branco solúvel para líquidos claros;
- Sulfato de potássio (K_2SO_4) – ou sulfato de potassa, tem 50% de K_2O e 18% de enxofre, é utilizado em culturas sensíveis ao cloro, como o fumo, e como fonte de enxofre e pode ser usado em casos em que há problemas com o acúmulo de cloreto;
- Sulfato de potássio e magnésio ($K_2SO_4.2MgSO_4$) – ou sulfato de potássio e magnésia, contem aproximadamente 22% de K_2O , 11% de magnésio e 22% de enxofre, boa fonte de potássio e magnésio solúveis em água e imprescindível para ocasiões em que há carência de magnésio e enxofre ou para cultivos sensíveis ao cloro;
- Nitrato de potássio (KNO_3) – quase não possui cloro ou enxofre, tem 44% de K_2O e 13% de nitrogênio e é amplamente empregado em aplicações foliares em fruteiras, legumes e algodão;

4.2.1.4 Nutrientes secundários

Os macronutrientes secundários são formados pelo cálcio (Ca), magnésio (Mg) e o enxofre (S) e não são menos importantes que os primários, porém na maioria das plantas são exigidos em baixa quantidade (LOPES, 1998).

Cálcio (Ca)

É absorvido pelas culturas como o cátion Ca^{++} e responsável por: estimular o desenvolvimento das raízes e das folhas, formar compostos que fazem parte da parede celular que reforçam a estrutura das plantas, auxilia a diminuir os nitratos, ativador de vários sistemas enzimáticos, neutraliza ácidos orgânicos, fundamental para o desenvolvimento das vagens do amendoim, tem influência indireta sobre a produção por reduzir a acidez do solo e diminuir a solubilidade e toxidez de alguns elementos (manganês, cobre e alumínio), melhora as condições de desenvolvimento das raízes estimulando a atividade microbiana e aumentando a disponibilidade de molibdênio e outros nutrientes, e é exigido em grandes quantidades pelas bactérias fixadoras do nitrogênio (LOPES, 1998).

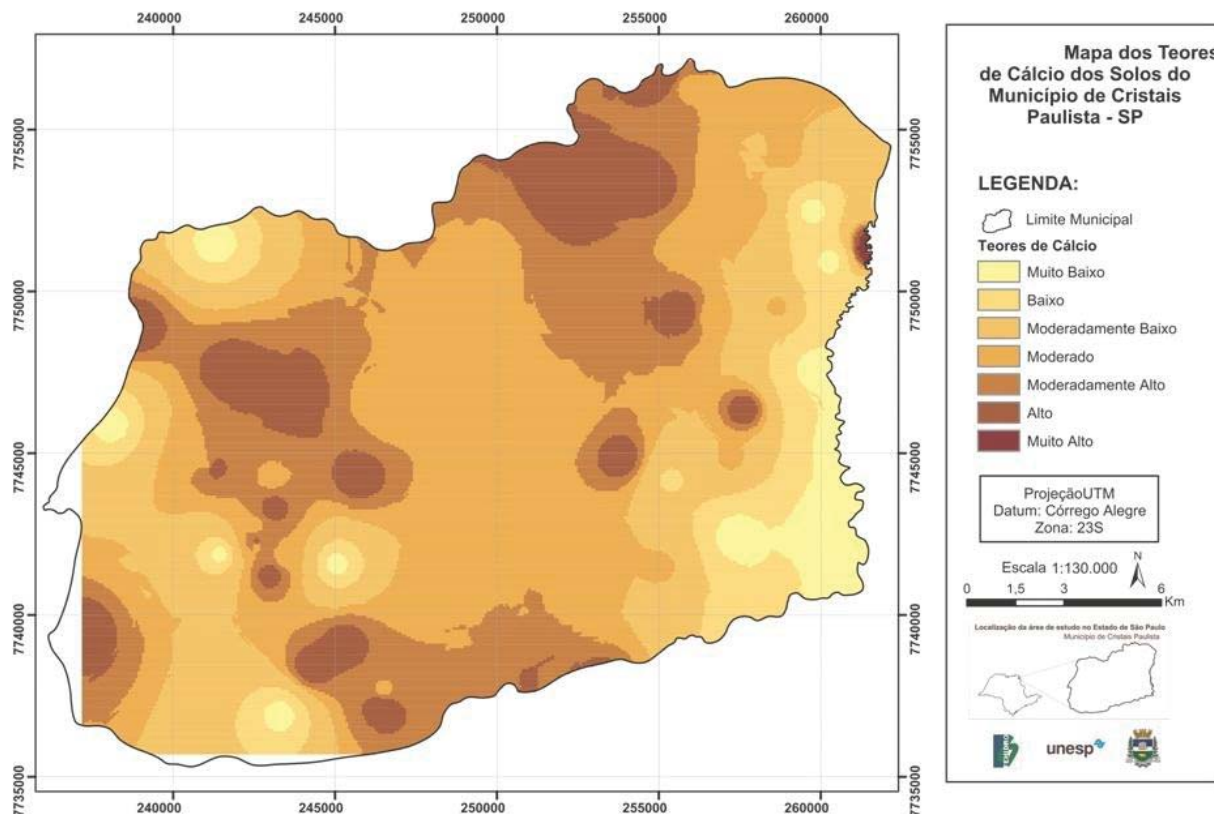
Os principais sintomas de carência desse elemento são: pouco crescimento do sistema radicular (predisposição para infecções por bactérias e fungos), causa aspecto gelatinoso nas pontas das folhas e nos pontos de crescimento em folhas jovens, ramos secos, em flores e frutos em crescimento ocorre podridão apical. As deficiências de cálcio raramente aparecem no campo e são mais comuns no amendoim e nas hortaliças, principalmente no tomate. Em solos sob vegetação de cerrado, como ocorre em Cristais Paulista, há ausência de cálcio associada à elevada acidez e toxidez por alumínio e são uma das maiores limitações para o desenvolvimento profundo do sistema radicular dos cultivos (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998).

Solos orgânicos recém-drenados possuem pouquíssimo cálcio e valores de pH muito baixos, solos argilosos geralmente contem mais cálcio que os arenosos. Este elemento está presente nas argilas, na matéria orgânica e na solução do solo. Ele pode ser fornecido de várias formas e um bom programa de calagem pode prover a necessidade de cálcio de modo eficiente. Tanto o calcário calcítico quanto magnesiano e o dolomítico são maravilhosos, o gesso pode suprir o Ca em solos em que o pH já está suficientemente elevado e que não precisa de calagem, e o superfosfato simples e superfosfato triplo podem adicionar o cálcio em menor intensidade no solo (LOPES, 1998).

O excesso de cal hidratada ou cal virgem pode esterilizar parcialmente o solo e grandes aplicações de cálcio e magnésio em solos pobres em potássio ou cálcio em solos com baixos teores de magnésio pode levar ao desequilíbrio nutricional e o crescimento reduzido da cultura, por isso é necessário que todos os nutrientes sejam fornecidos para diminuir as condições limitantes ao crescimento (LOPES, 1998).

Na figura 20 podem-se verificar altos valores para o cálcio no solo do município, em grande parte da área ele está acima de moderado e em poucas áreas está muito baixo.

Figura 20 - Mapa dos Teores de Cálcio dos Solos de Cristais Paulista - SP



Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, 2011, p. 290

Magnésio (Mg)

O magnésio é absorvido como Mg^{++} e exerce várias funções, dentre elas: está envolvido ativamente na fotossíntese, este elemento e o nitrogênio são os únicos que constituem a clorofila, sementes têm relativamente altos teores de magnésio, ajuda no metabolismo do fosfato, na respiração e na ativação de vários sistemas enzimáticos. O cacaueiro, seringueira e algodoeira são mais exigentes em magnésio (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Os indícios de deficiência na maioria das vezes aparecem primeiro nas folhas mais maduras, ocorre o amarelecimento, bronzeamento e avermelhamento, enquanto as nervuras das folhas continuam verdes. As folhas do milho ficam com faixas amarelas e nervuras verdes. Na batata, tomate, soja e repolho podem ocorrer uma cor amarelo-alaranjada e nervuras verdes. O desequilíbrio entre o cálcio e o magnésio pode exacerbar a carência do

Mg, e a ausência de magnésio também pode ser acentuada por altas doses de potássio ou NH_4^+ . O azul da bananeira é um desequilíbrio causado pela deficiência de magnésio por adubação com potássio e calagem e também tem sido observada no café e algodão (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

É encontrado na solução do solo, em argilas e matéria orgânica, sujeito a lixiviação e sua ausência é maior em solos arenosos, ácidos e formados sob alta pluviosidade e também pode ocorrer em solos calcários ou em solos alcalinos (sódicos). A principal fonte desse nutriente é o calcário dolomítico que contém cálcio e magnésio e neutraliza a acidez do solo, outras fontes incluem o calcário magnesiano, o sulfato de magnésio, o óxido de magnésio, as escórias básicas, o sulfato de potássio e magnésio e os termofosfatos. As formas de sulfato são mais solúveis do que o calcário dolomítico e devem ser usadas naqueles solos em que a necessidade de magnésio seja imediata (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Enxofre (S)

O enxofre é absorvido principalmente como anion SO_4^{2-} ou como gás dióxido de enxofre (SO_2) do ar. Ele faz parte de dois dos 21 aminoácidos que formam as proteínas, outras funções são: desenvolver enzimas e vitaminas, promover a nodulação para a fixação de nitrogênio pelas leguminosas, ajuda a produzir sementes, necessário na formação da clorofila desintoxicação de metais pesado e está em vários compostos orgânicos que dão os odores característicos ao alho, à mostarda e à cebola (KERBAUY, 2008; LOPES, 1998).

A carência de enxofre é mostrada pela cor verde pálida (clorose) nas folhas novas, embora a planta inteira possa ficar verde pálida e atarracada nos casos mais severos, as folhas tendem a se enrugar conforme a deficiência aumenta. Os sintomas são muito parecidos com os do nitrogênio, porém sinais dessa ausência ocorrem nos pontos de crescimento recente no caso do enxofre. O caule pode se tornar fino e fraco, culturas como o repolho e a canola podem desenvolver uma cor avermelhada que surge primeiro na parte de baixo das folhas e caules e na alfafa as folhas se tornam alongadas e mais finas e a ramificação é reduzida (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

A associação de enxofre e nitrogênio mostram melhoras na produção agrícola e relações de 10:1, 15:1, 7:1, 11:1 e outras tem sido consideradas. Está presente no solo em solução e lixivia-se facilmente. Culturas forrageiras de alta produtividade removem grandes quantidades de enxofre e respondem bem a este nutriente, solos arenosos perdem mais S através da lixiviação, solos com menos de 2% de matéria orgânica são pobres em enxofre,

entretanto essa ausência também pode ocorrer em solos com maior porcentagem da mesma. Água de rios e lagos contem mais enxofre do que poços profundos e por isso se faz necessário análise de água (LOPES, 1998).

A principal fonte de enxofre para o solo é a matéria orgânica, outras fontes são esterco animais, a água de irrigação e a atmosfera. Os sulfatos também são fontes e variam de moderadamente a muito solúveis em água e incluem os bissulfetos, tiosulfatos e os polissulfatos. A forma insolúvel mais importante é o enxofre elementar que precisa ser oxidado a S-sulfato antes das plantas poderem usar e essa oxidação é beneficiada pelas altas temperaturas do solo, teor adequado de umidade, aeração do solo e partículas menores. Os sulfatos solúveis devem ser usados quando a necessidade é imediata, o tiosulfato de amônio é adequado para o uso com fertilizantes fluidos ou água de irrigação, não deve ser colocado junto com as sementes, quando aplicado em faixas deve estar pelo menos 2,5 cm da semente. O gesso é menos solúvel, entretanto é uma fonte eficiente e barata de enxofre. O enxofre elementar deve ser incorporado ao solo com muita antecedência do plantio é economicamente adequado, porém é preferível que não seja aplicado em solos ácidos. E recomenda-se a aplicação de 10 a 30 Kg/ha (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

4.2.1.5 Micronutrientes

Dos 16 nutrientes essenciais as plantas sete são micronutrientes: boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn). São tão importantes quantos os outros nutrientes, todavia é utilizado em poucas quantidades pelas culturas. A ausência de qualquer um desses micronutrientes no solo pode limitar o crescimento das plantas, mesmo quando todos os outros nutrientes estão presentes em quantidades adequadas e eles são responsáveis por ativar as enzimas que desenvolvem o processo metabólico das plantas. Quando houver suspeita da carência de um deles é necessário que se faça uma análise de solo ou foliar e deve-se observar o desenvolvimento das culturas de perto para detectar esse problema (LOPES, 1998).

As culturas variam em necessidade e remoção de micronutrientes no solo, sua disponibilidade diminui conforme o pH se eleva, com exceção do molibdênio e cloro, e a faixa de pH são diferentes para cada micronutriente (pH para o B de 5 a 7; Cl não afetado; Cu 5 a 7; Fe 4 a 6; Mn 5 a 6,5; Mo 7 a 8,5 e Zn 5 a 7). Em solos muito ácidos alguns micronutrientes pode se tornar tóxicos as plantas (manganês pode inibir o crescimento das

raízes), uma calagem que eleve o pH a 6,5 restringe o perigo de toxidez (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Boro (B)

A alfafa, frutíferas, hortaliças e outras culturas no campo respondem muito bem ao boro e culturas como a canola e leguminosas graníferas são altamente exigentes neste nutriente. Ele é vital para a germinação dos grãos de pólen e crescimento do tubo polínico e, também para formação das sementes, paredes celulares e proteínas. Sua deficiência pode ser observada pelo retardamento do crescimento das plantas e afeta primeiramente as folhas jovens e pode levar a morte das raízes. No aipo ocorre o encurvamento do talo, no amendoim as vagens ficam chochas, na maçã a polpa fica com aspecto de cortiça, na alfafa há formação de rosetas, pontas amarelas e morte da gema terminal, na beterraba enegrecimento interior e no algodão pecíolos das folhas unidos, morte das gemas terminais, desenvolvimento de rosetas na parte superior da planta (não perceptível em campo), folhas verdes grossas e com rupturas quadradas, continuando verdes até o inverno e difícil para desfolhar (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Algumas culturas respondem significativamente (alfafa, couve-flor, aipo, beterraba, nabo, amendoim, algodão e maçã) ao boro, outras razoavelmente (brócolis, repolho, cenoura, alface, espinafre, milho doce, tomate, aspargo, canola e rabanete) e algumas nem tanto (feijões, pepino, milho, cebola, batata, cereais, sorgo e grama Sudão) (LOPES, 1998).

A matéria orgânica é a fonte mais importante deste nutriente no solo e no frio ocorre baixa liberação do mesmo afetando muitas culturas de inverno (couve-de-bruxelas, rabanete) e outras espécies plantadas cedo, na seca pode ocorrer deficiência temporária de boro podendo reduzir a produção, solos arenosos (principalmente com quartzo) são carentes nesse nutriente e podem ser facilmente lixiviados (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Pode ser aplicado a lanço, faixa ou nas folhas por pulverização ou pó. No solo em culturas que respondem a este nutriente pode se atingir até 3 Kg/ha e para cultivos com baixa ou média resposta 0,5 a 1,0 Kg/ha. O uso do boro deve ser feito com cautela, principalmente onde há rotação de culturas com diferentes graus de sensibilidade a este nutriente, pois, o limite entre a carência e a toxidez são muito próximos (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

As principais fontes de boro são: bórax (11% de boro e solúvel em água), pentaborato de sódio (18% de boro e solúvel em água), borato fertilizante 46 e 65 (14 e 20% de boro respectivamente e solúveis em água), ácido bórico (17% de boro e solúvel em água),

colemanita (10% de boro e pouco solúvel em água), solubor (20% de boro e solúvel em água) e superfosfato simples borato (0,18% de boro e solúvel em água) (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Cloro (Cl)

É essencial para as plantas, está envolvido na fragmentação da água, aciona diversos sistemas enzimáticos, auxilia no transporte de cátions dentro da planta, ajusta as células-guardas do estômato controlando as perdas de água e o estresse hídrico, atenua as consequências de doenças fúngicas no sistema radicular, ajuda a eliminar infecções de fungos em folhas e panículas de cereais e diminui a incidência de podridão no caule do milho (LOPES, 1998).

A deficiência do cloro é raríssima e o sinal da mesma no tomate é a aparência azul-esverdeada e brilhante nas folhas novas, com o aumento da carência ocorre um bronzeamento nas folhas seguido de clorose e necrose e quando há uma ausência severa as plantas ficam finas e enfezadas. O murchamento, bronzeamento, clorose, necrose, redução do crescimento e atrofiamento das raízes também são sintomas das plantas em geral e aumentam nas partes velhas (EPSTEIN; BLOOM, 2006; KERBAUY, 2008).

Este elemento pode ser aplicado a lanço, em pré-plantio ou em cobertura com o nitrogênio. Em solos arenosos e com alta pluviosidade pode diminuir sua disponibilidade devido à lixiviação. Recomenda-se a aplicação de 60 kg/ha nos primeiros 60 cm do solo em altas produções de cereais. A fonte de cloro mais comum é o cloreto de potássio (KCl) que possui 47% de cloro e também estão disponíveis o cloreto de amônio (52% de Cl) e o cloreto de magnésio (74% de Cl). Altas doses devem ser usadas em pré-plantio ou em cobertura e deve ser manejado adequadamente. Ele tem efeitos negativos no fumo, algumas variedades de soja, batata, e certas frutíferas, especialmente videira (LOPES, 1998).

Cobalto (Co)

Ainda não foi aprovado como essencial para o desenvolvimento das plantas, porém as bactérias que formam nódulos nas leguminosas necessitam deste elemento para a fixação de nitrogênio atmosférico e exigido pelos ruminantes para a fabricação de vitamina B₁₂. Sua adubação pode ser feita com inoculantes ou aspersão com CoSO₄ em leguminosas

recomendando-se o uso de 30 a 150 g/ha e nas forragens para ruminantes de 50 a 100 g/ha na forma de sulfeto (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Cobre (Cu)

É importante na formação da clorofila, catalisa muitos processos no metabolismo e promove várias reações. Sua deficiência é rara e seus sintomas são morte das gemas terminais em plantas cítricas, murcha na cebola e em vários tipos de hortaliças, além das mesmas desenvolver uma coloração verde-azulada, ocorrendo clorose e enrolamento e pode não ocorrer o florescimento e consequentemente a frutificação, nos cereais pode impedir a formação de grãos (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Solos orgânicos predispostos à carência de Cu, o mesmo ocorre em solos arenosos devido a perdas por lixiviação e outros metais (ferro, manganês, alumínio, etc.) também afetam a disponibilidade deste nutriente no solo. Este elemento em grandes quantidades pode ser tóxico para as plantas e o excesso desse micronutriente leva a deficiência do ferro e causando os sintomas de deficiência do mesmo, no entanto essa toxidez não é tão comum. Cereais como o trigo e a cevada respondem mais ao cobre e esta adubação também pode ser benéfica para a cebola e a cenoura, já a alfafa, citros, alface, aveia, arroz, espinafre, beterraba e fumo são muito pouco responsivos (LOPES, 1998).

São fontes de cobre: sulfato de cobre (22, 5-24% de cobre, solúvel em água e pode ser aplicado tanto nas folhas quanto no solo), fosfato de amônio e cobre (30% de cobre, pouco solúvel em água e pode ser aplicado tanto nas folhas quanto no solo), quelato de cobre (porcentagem de cobre variável, solúvel em água e pode ser aplicado tanto nas folhas quanto no solo), outros orgânicos (porcentagem de cobre variável, solúvel em água e pode ser aplicado tanto nas folhas quanto no solo) e FTE com cobre (porcentagem de cobre variável, não solúvel em água e pode ser aplicado somente no solo). Deve ser aplicado de 1 a 5 Kg/ha no solo, contudo também pode ser feita aplicações foliares, quando aplicados no solo há um longo efeito residual (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Ferro (Fe)

Este micronutriente é um catalisador que auxilia na gênese da clorofila, atua como um transportador de oxigênio e ajuda a formar certos sistemas respiratórios envolvendo

enzimas. Sua ausência é incomum e mostrada pelo amarelecimento das folhas enquanto as nervuras continuam verdes, os sintomas aparecem nas folhas novas e na parte superior, quando em estágio avançado a planta torna-se amarelada ou esbranquiçada. Essa carência pode ser ocasionada por um desequilíbrio de metais como molibdênio, cobre ou manganês e também outros fatores como: excesso de fósforo, pH elevado, altas doses de calcário, baixas temperaturas no solo, altos níveis de bicarbonatos, diferenças genéticas nas plantas e baixos níveis de matéria orgânica no solo (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Plantas frutíferas (videira, citros e outras) respondem bem a adubação de ferro, além delas plantas ornamentais também, já o feijão, linho, amendoim, menta, sorgo, soja, grama Sudão e hortaliças não são responsivas. As aplicações podem ser feitas no solo ou foliar, todavia as aplicações ao solo não são muito eficientes. E suas fontes são: sulfato ferroso (19% de Fe), sulfato férrico (23% de Fe), óxido de ferro (69 a 73% de Fe), sulfato ferroso amoniacal (14% de Fe), FTE com ferro (porcentagem variável, não adequado para a aplicação foliar ou para uso em solos alcalinos ou calcários), polifosfato de ferro e amônio (22% de Fe), quelatos de ferro (5 a 14% de Fe) e outros orgânicos (5 a 10% de Fe) (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Manganês (Mn)

Age como parte do sistema enzimático nas plantas, ativa muitas reações metabólicas importantes e tem ação direta na fotossíntese, ajuda na síntese de clorofila, acelera a germinação e a maturidade devido ao aumento da disponibilidade de fósforo e cálcio. Sua carência é rara e seus indícios aparecem primariamente nas folhas novas com amarelecimento entre as nervuras, podem aparecer manchas castanho-escuros e em cereais aparecem áreas acinzentadas próximas da base das folhas jovens (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Solos com baixo teor de matéria orgânica, com pH neutro e naturalmente alcalino são mais deficientes desse nutriente que também pode estar ligada ao desequilíbrio com outros nutrientes como cálcio, magnésio e ferro e em solos orgânicos, no período do frio quando estão saturados de água. Algumas culturas respondem muito bem a adubação com manganês (cevada, citros, ervilha, batata, soja e trigo) e outras não (maça, feijão, videira, alface, aveia, pêssego, rabanete, sorgo, espinafre, morango, grama do Sudão e beterraba) (LOPES, 1998).

A ausência de manganês no solo pode ser corrigida de várias formas: em solos onde a calagem foi a causa da deficiência, abaixe o pH para menos de 6,5 através da diminuição das doses de calcário ou por aplicação de enxofre elementar (aplicar em faixas perto mas não em contato com as sementes), quando houver muitas culturas é mais econômico aplicar este micronutriente do que baixar o pH do solo; misturar sais solúveis de manganês com a adubação de plantio em faixas, elevadas quantidades de fósforo ajudam a mobilização desse micronutriente nas plantas, pode se fazer aplicação foliar e na soja com deficiência é aplicado 10 Kg/ha diluídos em água; solos muito ácidos podem causar toxidez de manganês que pode ser corrigido através da calagem (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Os principais fertilizantes com manganês são: sulfato manganoso (26% de Mn), óxido manganoso (41% de Mn), quelato de manganês (12% de Mn), carbonato de manganês (40% de Mn), cloreto de manganês (17% de Mn) e FTE com manganês (porcentagem variável) (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Molibdênio (Mo)

Este micronutriente é ativador da enzima redutase do nitrato, essencial na formação de nódulos que fixam nitrogênio nas leguminosas, vital para transformar o fósforo inorgânico em formas orgânicas na planta. Sua ausência causa: amarelecimento geral, com pouco crescimento, pode levar a deficiência de nitrogênio em leguminosas (molibdênio ajuda a fixar nitrogênio). Ele é mais disponível conforme o pH aumenta, portanto sua carência é maior em solos ácidos e, solos arenosos são mais propensos a ausência do que os argilosos (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

A calagem é suficiente para corrigir a deficiência deste micronutriente quando ele esta presente no solo, altas doses de fosfatados aumentam a absorção de Mo e sulfato pode levar a carência. Culturas como o brócolis, couve-flor e trevos são bem responsivas a esse nutriente o que não ocorre com a alfafa, feijão, alface, ervilha, soja e espinafre (LOPES, 1998).

A aplicação de molibdênio pode ser feita misturadas ao NPK, aplicados em pulverização foliar ou usados como tratamentos de sementes (mais comum por causa das pequenas doses necessárias). O excesso desse micronutriente é tóxico, principalmente para o gado sob pastoreio causando forte diarreia e molibdenose (corrigido com fornecimento de sulfato de cobre oralmente, injeção de remédios com cobre ou aplicação de sulfato de cobre no solo) nos mesmos. E suas principais fontes são: molibdato de amônio (54% de Mo e

solúvel em água), molibdato de sódio (39 a 41% de Mo e solúvel em água) e ácido molíbdico (47,5% Mo e pouco solúvel em água) (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Zinco (Zn)

É o micronutriente que mais tem limitado produções, sua carência é relatada por quase todos os produtores de arroz do mundo e é essencial para que se alcance alta produtividade. Há culturas que respondem melhor a adubação com zinco (feijão, milho, cebola, sorgo, milho doce, citros, arroz, pêssego, pecan e linho), outras com respostas médias (cevada, batata, soja, grama Sudão, beterraba, tomate, alfafa, trevo e algodão) e outras que quase não respondem (aspargo, cenoura, gramas, aveia, ervilha, centeio, repolho, aipo, alface e videira) (LOPES, 1998).

Este elemento ajuda na produção de substâncias que agem no crescimento e nos sistemas enzimáticos, vital para acionar algumas reações metabólicas, necessário para a fabricação de clorofila e formação de carboidratos. Sua ausência se dá primeiramente nas folhas e outras partes jovens das plantas com necrose e torção, em casos graves ocorre redução no florescimento e frutificação e as plantas podem ficar enfezadas e disformes. No milho e monocotiledôneas em geral, ocorre nos pontos de crescimento e no começo do ciclo cores amarelo-clara ou branca, pode acontecer clorose de um lado ou nos dois lados da nervura central das folhas. No arroz causa bronzeamento das folhas, na noqueira pecan origina formação de rosetas, nas frutíferas ocorre o aparecimento de folhas pequenas e rosetas e no café e outras culturas o encurtamento dos internódios (EPSTEIN; BLOOM, 2004; KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Solos argilosos tendem a conter mais zinco do que os arenosos, porém isto não indica o quanto este elemento está disponível para as plantas. Quanto maior o pH menor a disponibilidade, solos com pH maior que 6 podem apresentar deficiência, principalmente os arenosos. Solos com alto teor de fósforo podem acarretar carência de zinco, quando é necessário o uso de aplicações anuais de fósforo para altas produções recomenda-se a aplicação de 1 Kg de zinco para cada 20 Kg de P_2O_5 . Baixas quantidades de matéria orgânica em solos minerais podem indicar pouca abundância desse nutriente no solo. Solos irrigados através de inundação geralmente são deficientes de zinco. Na maioria das vezes, este micronutriente está presente na parte superior do solo e pode ser lixiviado. Quando o solo está encharcado e a temperatura baixa pode ocorrer a carência de Zn. A ausência de micorrizas

(fungos) também pode levar a falta do zinco no solo (KERBAUY, 2008; LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

A melhor maneira para se corrigir a deficiência desse micronutriente do solo é através do uso de produtos com zinco a lanço ou adubação de plantio no sulco. A dosagem pode variar de 3 Kg/ha até 20 Kg/ha no caso de óxido ou sais inorgânicos e de 0,5 a 2 Kg/ha de quelatos ou complexos, dependendo da análise do solo, a adubação no solo (doses elevadas) tem-se mostrado eficiente em culturas perenes, altas doses podem ser suficientes para três ou quatro anos. Quando a cultura necessitar deste micronutriente com emergência pode-se fazer a aplicação como adubo foliar que variam de 0,5 a 1 Kg/ha. Como fontes de zinco têm-se: sulfatos de zinco hidratados (23 a 36% de Zn), óxido de zinco (50 a 78% de Zn), carbonato de zinco (52% de Zn), complexos zinco-amônia (10% de Zn), FTE com zinco (porcentagem variável de Zn), quelatos de zinco (9 a 14% de Zn) e outros orgânicos (5 a 10% de Zn) (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

4.2.2 Calagem do Solo e pH

O pH define a acidez ou alcalinidade do solo, varia de 0 a 14, onde o valor 7 é neutro, abaixo deste é ácido e acima básico. Ácido é a substância que libera íons hidrogênio (H^+), quanto mais H^+ for retido no solo maior será a acidez do mesmo e o alumínio também atua como um acidificante ativando o H^+ . Quanto mais ácido (menor) for o pH do solo maior a necessidade e a quantidade do uso de calcário (LOPES, 1998).

Segundo Lopes (1998) o pH do solo é afetado por vários fatores dentre eles: material de origem (rocha ou material de origem básica geralmente possuem valores mais altos de pH), precipitação (solos desenvolvidos sob condições de alta pluviosidade são mais ácidos, pois a água da chuva lixivia os nutrientes básicos, como o cálcio e o magnésio, substituindo-os por elementos ácidos como o hidrogênio, o manganês e o alumínio), decomposição da matéria orgânica (que é decomposta em ácidos orgânicos, dióxido de carbono e água, originando ácido carbônico que reage com carbonatos de cálcio e magnésio para constituir bicarbonatos solúveis que são facilmente lixiviados), vegetação nativa (solos originados de vegetação de floresta tendem a ser mais ácidos do que aqueles desenvolvidos em vegetação de gramíneas), tipo de cultura (há culturas que retiram bases do solo, umas menos que outras, as leguminosas geralmente extraem menos do que as não leguminosas, porém depende da parte da planta que é removida, pois a colheita de frutos retira muito mais bases do solo do que outros, como grãos e fibra), profundidade do solo (a acidez geralmente é aumentada pela profundidade,

exceto em áreas com baixa pluviosidade e a erosão superficial também pode diminuir o pH do solo), adubação nitrogenada (o nitrogênio do fertilizante, matéria orgânica, do esterco e da fixação por leguminosas aumenta a acidez; em solos calcários esse efeito pode ser benévolo) e inundação (aumenta o pH em solos ácidos e diminui em solos alcalinos, consequentemente a calagem tem baixo valor na produção de arroz irrigado por inundação; a inundação também pode induzir a carência de micronutrientes como o zinco).

Apesar do pH do solo ser um excelente medidor de acidez, ele não determina a necessidade de calcário, que é a quantidade de um bom calcário agrícola para que o pH necessário a uma determinada cultura seja alcançado. A necessidade de calcário também está relacionada com a CTC. Os solos arenosos, com pouca argila e matéria orgânica necessitam de menos calcário para aumentar seu pH e o excesso de calcário nesses solos podem levar a sérios problemas, como a insuficiência de ferro, manganês, zinco e outros micronutrientes. Já em solos argilosos e com alto teor de matéria orgânica é necessário uma quantidade muito maior de calcário para elevar seu pH (LOPES, 1998).

O calcário diminui a toxidez de alumínio e de outros metais, melhora as condições físicas do solo, estimula a atividade microbiana, aumenta a CTC em solos de carga variável, acresce a disponibilidade de nutrientes, provê cálcio e magnésio quando o calcário é dolomítico e melhora a fixação simbiótica de nitrogênio pelas leguminosas. Todavia, em solos tropicais com elevados teores de óxidos de ferro e alumínio e por isso, uso excessivo de calcário para elevar seu pH podem diminuir drasticamente a produtividade, acarretar degradação da estrutura, restringir a disponibilidade de fósforo e levar a falta de zinco, boro e manganês (LOPES, 1998; RAIJ, 1991).

Culturas como o algodão e o sorgo preferem solos com baixo teor de alumínio, outra como o arroz demonstram uma grande amplitude de tolerância e o café, abacaxi e diversas gramíneas e leguminosas tropicais podem se desenvolver em solos com teor elevado de alumínio, porém o calcário ainda se faz necessário para corrigir a ausência de cálcio e magnésio ou para corrigir a toxidez do manganês (LOPES, 1998).

Para cultivos que exigem pH mais alto é necessário que o calcário seja aplicado de três a seis meses antes do plantio, principalmente em solos com maior acidez. A frequência da calagem depende de muitos fatores e por isso se faz necessário uma análise do solo a cada três anos e com uma frequência maior em solos arenosos e com irrigação (RAIJ, 1991).

Recomenda-se o uso de calcário dolomítico ou magnesiano, pois contem magnésio além de cálcio, quando não for possível o uso desse calcário o magnésio deve ser provido de outras formas. Partículas mais grossas de calcário reagem com lentidão e não completamente

com o solo, enquanto as mais finas reagem com rapidez e mais completamente, porém custam mais caro (LOPES, 1998).

Óxidos e hidróxidos reagem mais rapidamente que carbonatos, a cal hidratada pode reagir tão rapidamente que chega a esterilizar parcialmente o solo e se aplicada muito próximo da época de plantio pode ocasionar a carência temporária de potássio e podendo também ocorrer crescimento retardado e morte de algumas plantas (LOPES, 1998).

O calcário deve ser bem misturado ao solo e a umidade é vital para que ele reaja com o mesmo. Em solos argilosos a calagem deve ser feita antes da aração e outra depois desta, já em solos arenosos a aplicação deve ocorrer uma única vez antes ou depois da gradagem. Alguns sistemas de cultivos (perenes e pastagens) a calagem pode ser feita somente antes da sementeira, depois só poderá ser aplicado a lanço, em cobertura (LOPES, 1998).

Segundo Lopes (1998) existem vários materiais calcários que podem ser utilizados para a correção do solo na agricultura, dentre eles estão:

- Óxido de cálcio (CaO) – popularmente conhecido como cal viva, cal virgem, ou calcário rápido, é um pó branco que desmancha na mão. Quando acrescentado ao solo reage quase que imediatamente, é utilizado quando se deseja resultados imediatos assim como o hidróxido de cálcio. Deve ser misturado completamente no solo já que empedra rapidamente tornando-se ineficiente.
- Hidróxido de cálcio [Ca(OH)_2] – repetidamente chamado de cal apagada, cal hidratada ou cal de construção, é de um conteúdo branco, pulverulento, complicado e desagradável de manejar; possui efeito imediato de neutralização no solo e é preparado através da hidratação do CaO .
- Calcário calcítico (CaCO_3), calcário magnesiano e calcário dolomítico [$\text{CaMg(CO}_3)_2$] – sua qualidade depende das impurezas, sua capacidade de neutralização (equivalente em CaCO_3) varia de 65 a 70% a pouco mais de 100% e são moídos para o uso agrícola.
- Calcário calcinado – podem ser calcíticos, magnesianos ou dolomíticos e seu nível de calcinação que dá ao produto seu grau de poder na neutralização total do solo.
- Margas – são na maioria das vezes carentes em magnésio e sua competência na neutralização está contrariamente relacionada com a abundância de argila presente no solo.
- Escórias – as escórias básicas são comumente aplicadas pelo seu teor de fósforo ao invés da sua importância como corretivo e é um resíduo na maioria das vezes vendido a baixo custo dentro de um raio limitado em torno do local de produção.

- Poeira calcária – é uma combinação de compostos incluindo óxido de cálcio (CaO), carbonato de cálcio (CaCO₃), óxido de potássio (K₂O), carbonato de potássio (K₂CO₃) e outros minerais, muito fino e de difícil manuseio, é ideal para ser empregado em suspensão fluída, porém a presença dos óxidos pode aumentar o pH da suspensão para 12.

- Outros materiais – muitos subprodutos de indústrias podem conter altas quantidades de materiais calcários, entretanto estes produtos precisam ser avaliados antes do uso agrícola para averiguar se há elementos ou compostos que podem causar danos ao meio ambiente.

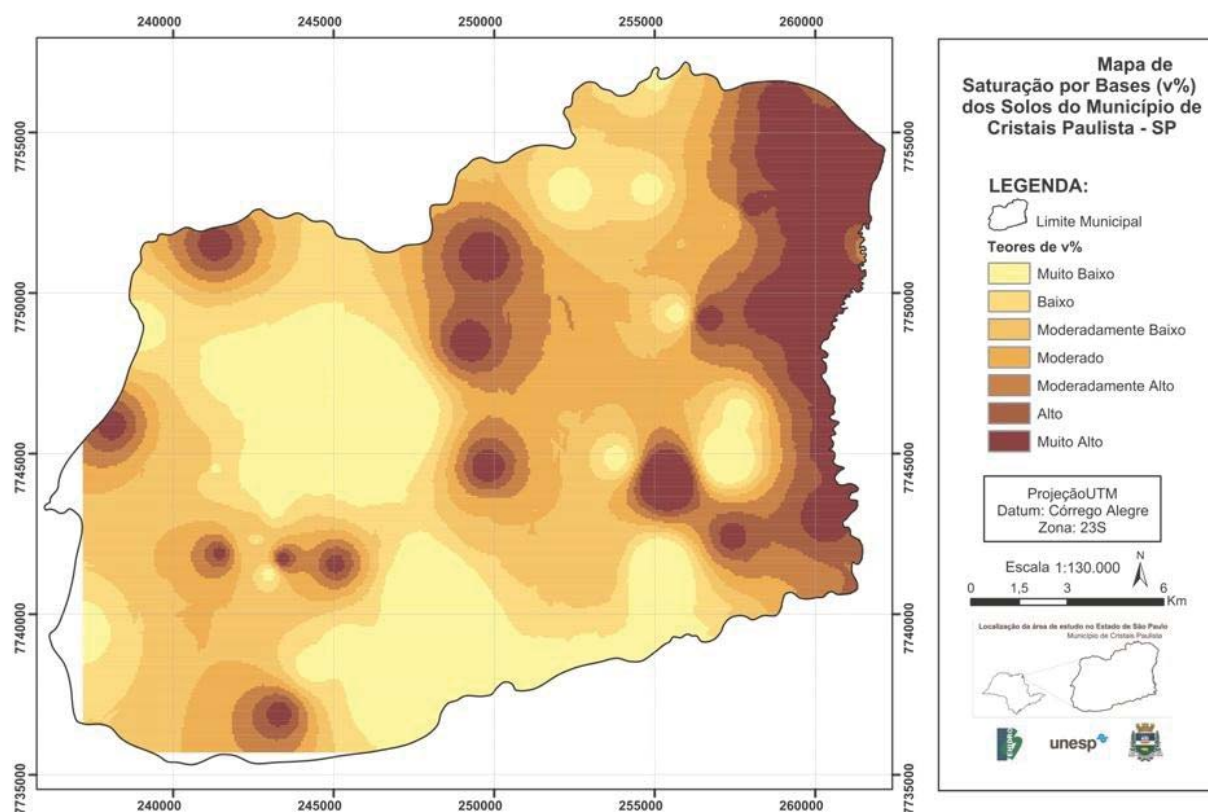
Segundo Raij (1991), no Estado de São Paulo utiliza-se o *método baseado na elevação da saturação por bases* para verificar a necessidade de calagem de um determinado solo para uma determinada cultura, onde se eleva a saturação por bases encontrada no solo a valores pré-estabelecido para diferentes culturas. Este método utiliza-se da seguinte fórmula (RAIJ, 1991, p.154):

$$N.C. = \frac{(V_2 - V_1). CTC . f}{100}$$

onde N.C. é a necessidade de calagem que deve ser utilizada para a correção do solo dado em t/ha de calcário por 20 cm de profundidade, V₂ a Saturação por bases requerida pela cultura a ser plantada, V₁ é a Saturação por bases encontrada no solo onde esta cultura será implementada, f é dado por 100 dividido pelo valor do PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) do calcário escolhido pelo produtor e a CTC é a Capacidade de Troca Catiônica encontrada no solo. A CTC, ou T em algumas análises, e o V₁ são dados nos resultados das análises químicas do solo.

Como podemos observar na figura 21 o município de Cristais Paulista, possui altos valores de saturação por bases (v%) no extremo Leste e em outras áreas isoladas, tendo na região centro-oeste uma menor quantidade desses elementos (cálcio, magnésio e potássio) no solo.

Figura 21 - Mapa de Saturação por Bases (V%) de Cristais Paulista – SP



Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, p. 289

4.2.3 Capacidade de Troca Cátions (CTC)

Conforme disse Lopes (1998) os cátions armazenados nos colóides do solo podem ser trocados por outros cátions (NH, K, Ca, Mg, etc). E esse número total de cátions trocáveis que o solo pode deter (quantidade de carga negativa) é chamado de capacidade de troca catiônica ou CTC, quanto maior esse valor maior o número de cátions que ele pode reter.

A CTC depende da quantidade e do tipo de argila e matéria orgânica presente no solo, pois ambas são de cargas negativas, ou seja, quanto maior a porcentagem de argila e matéria orgânica maior a capacidade de troca catiônica. Solos argilosos (alta CTC) podem deter altas quantidades de cátions contra o potencial de perda por lixiviação e solos arenosos (com baixa CTC) retêm somente pequenas quantidades de cátions. Isso mostra a importância na aplicação de se planejar a época e as doses de fertilizantes.

Em solos arenosos e em climas onde as chuvas são mais intensas e abundantes a aplicação de fertilizantes deve ser parcelada para evitar a lixiviação e as perdas por erosão.

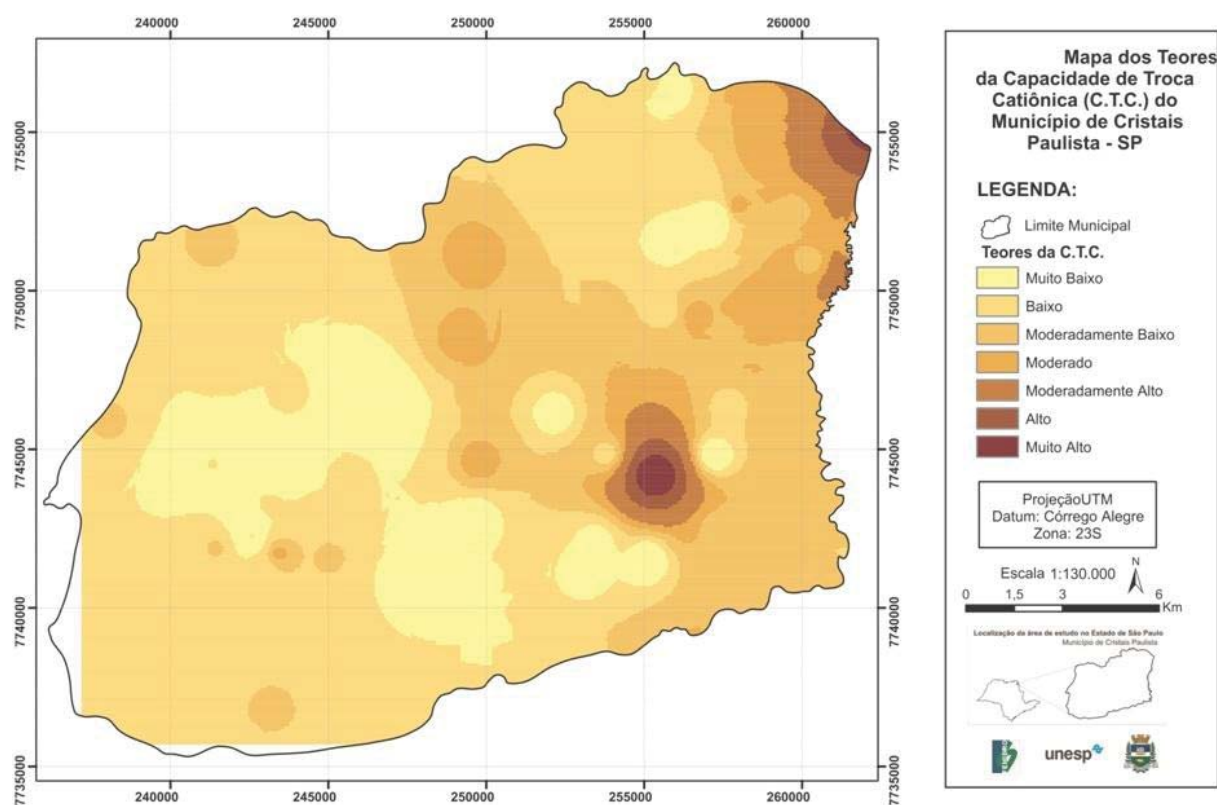
Solos com CTC entre 11 e 50 apresentam alto teor de argila, mais calcário é necessário para corrigir um dado valor de pH, maior capacidade para reter nutrientes a uma

certa profundidade do solo, características físicas de um solo com alto teor de argila e alta capacidade de retenção de água.

Solos com CTC entre 1 e 10 mostram alto teor de areia, maior predisposição para a lixiviação de nitrogênio e potássio, menos calcário é necessário para corrigir um dado valor de pH, características físicas de um solo com alto teor de areia e baixa capacidade de retenção de água.

O mapa de CTC mostra altos valores no solo da região do extremo Leste do município, tendo na região centro-oeste um menor valor, como pode ser observado na figura 22.

Figura 22 - Mapa da Capacidade de Troca Catiônica (CTC) de Cristais Paulista – SP



Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, p. 286

4.2.4 Matéria Orgânica do Solo

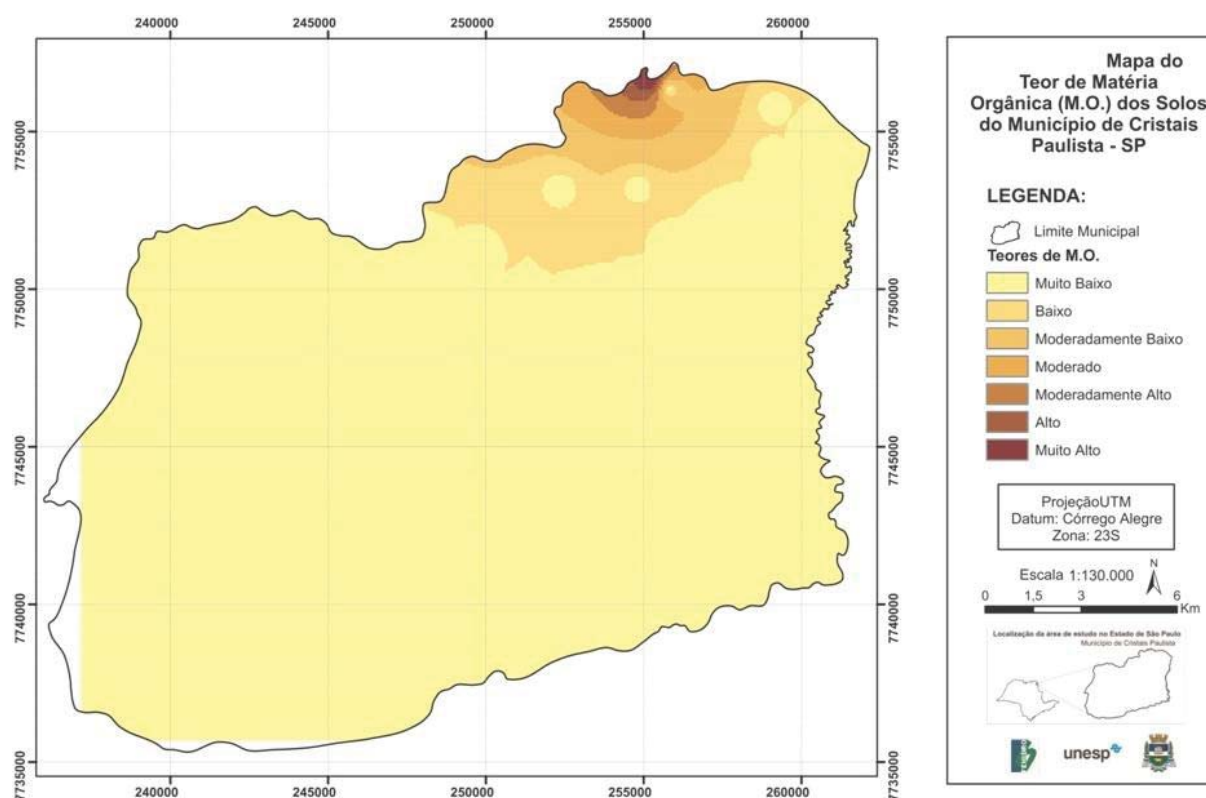
Ela consiste em resíduos de plantas e de animais em fases de decomposição. Os níveis adequados são benéficos ao solo de várias formas: melhoram as condições físicas, solubiliza nutrientes nos solos minerais, aumentam a infiltração de água, melhoram o solo para o preparo, diminuem as perdas por erosão, fornecem nutrientes (fósforo, nitrogênio, enxofre, água e micronutrientes pela formação de quelatos) para as plantas, reduz a toxidez de

pesticidas e outras substâncias, favorece o controle biológico pela maior população microbiana, exerce efeitos promotores de crescimento e aumentam a CTC (LOPES, 1998).

A preservação da matéria orgânica se dá através da combinação de várias técnicas de manejo: adubação mineral, conservação do solo e da água, adubação verde, rotação de culturas consorciação de culturas, manejo adequado dos restos culturais, cultivo mínimo e/ou plantio direto e adubação orgânica (LOPES, 1998).

Na área de estudo os valores de matéria orgânica são elevados no extremo nordeste, diminuindo a ação do alumínio no solo, porém na maior parte do município é muito baixo como pode ser visto na figura 23.

Figura 23 - Mapa do Teor de Matéria Orgânica (M.O) de Cristais Paulista - SP



Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, p. 287

4.2.5 Outros Fatores que Afetam a Produtividade do Solo

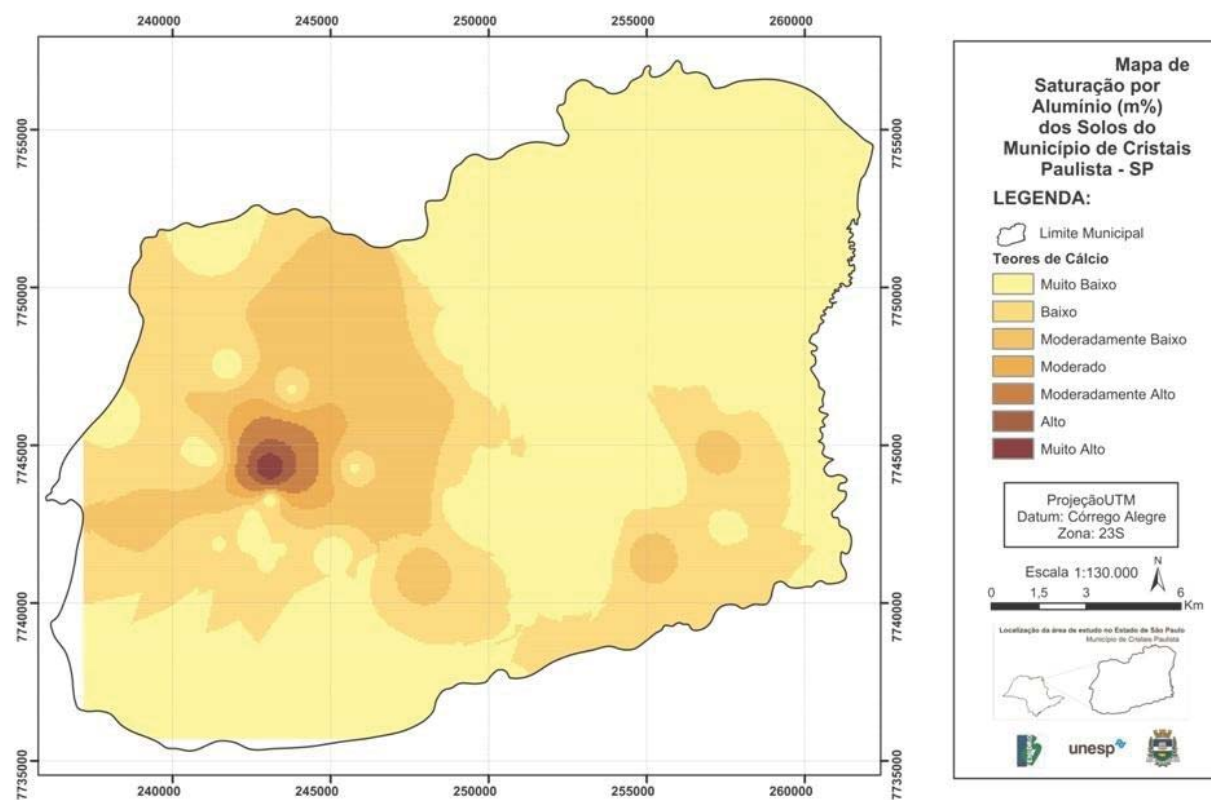
4.2.5.1 Profundidade do solo

Solos com maior profundidade, bem drenados, com textura e estrutura almejáveis favorecem a produção agrícola, aumentando sua produtividade relativa. A maioria das plantas necessita de grande profundidade para o crescimento das raízes e para garantir a absorção de

nutrientes e água. E esta profundidade pode ser limitada por impedimentos físicos e químicos, assim como por um lençol freático elevado; camadas adensadas, leitos de folhelhos, camadas de cascalhos e acumulações de sais solúveis são muito difíceis de corrigir. Na maioria das vezes, a falta de cálcio e/ou excesso de alumínio limitam o crescimento das raízes, impossibilitando principalmente a absorção de nitrogênio (nutriente mais importante e mais caro). Com isso deve ser feito uma amostragem do solo em camadas mais profundas (de 20 a 40 cm até 60 a 80 cm) para verificar se o problema existe; fazer uma incorporação mais profunda de calcário; utilizar doses mais altas de calcário; usar gesso agrícola que favorece o aprofundamento das raízes em certos solos e cultivar variedades com maior tolerância à acidez (LOPES, 1998).

Como pode ser notado na figura 24, os teores de alumínio no município concentra-se na porção centro-oeste, tendo nas demais áreas uma média a pequena concentração desse elemento. Com isso, os solos possuem relativa disponibilidade de nutrientes para o crescimento das raízes das plantas, mas com interferência de alumínio na porção centro-oeste do município (UNIVERSIDADE..., 2011).

Figura 24 - Mapa de Saturação por Alumínio do Município de Cristais Paulista – SP



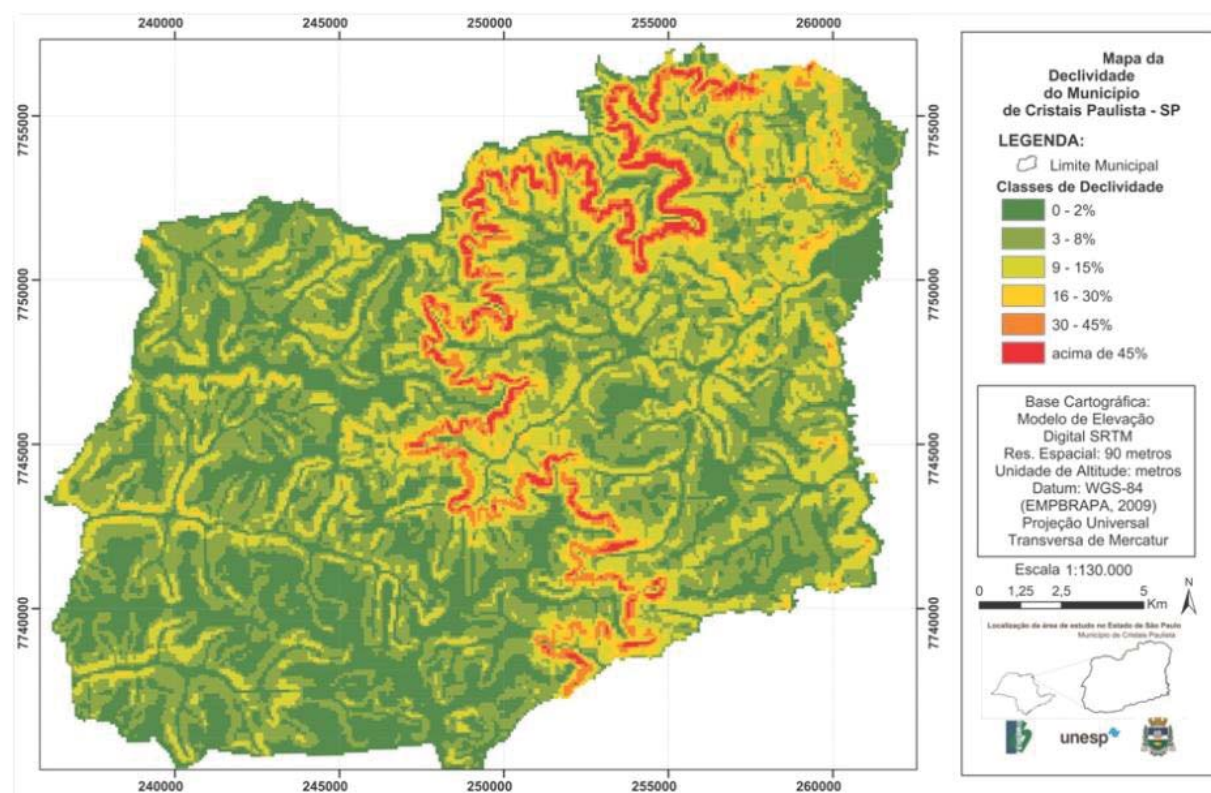
Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, p. 288

4.2.5.2 Declividade

A topografia origina a quantidade de escoamento superficial e de erosão, definem os métodos de irrigação, drenagem e outras melhores práticas de manejo para a conservação do solo (curvas de nível e terraços). Quanto maior a declividade, mais manejo é necessário, pois aumenta o trabalho e os custos dos equipamentos. No município ocorre a contratação de mão de obra (da região) com baixo nível de escolaridade e por baixos salários para a colheita (principalmente de café) onde a declividade impossibilita a mecanização (> 15%).

A facilidade com a qual a superfície do solo sofre o processo erosivo, juntamente com a declividade é um fator decisivo para a produtividade do solo (LOPES, 1998). Vê-se na figura 25 que a maior parte do município necessita de se adotar práticas conservacionistas no solo, pois sua maior parte está situada em declividade superior a 3% e com áreas chegando a mais de 45% onde, segundo a legislação ambiental vigente (Código Florestal), é obrigatório que elas sejam Áreas de Preservação Permanente (APPs).

Figura 25 - Mapa de Declividade de Cristais Paulista – SP



Fonte: UNIVERSIDADE..., 2011, p. 113

4.2.5.3 Organismos do solo

Eles variam em tamanho, desde microscópicos (bactérias, nematoides e fungos) até grupos visíveis a olho nu (minhocas e larvas de insetos). Alguns micro-organismos são benéficos ao solo, pois decompõem os resíduos de plantas e animais, aceleram a ciclagem de nutrientes e alguns são responsáveis pela fixação de nitrogênio no solo. Outros são maléficos causando doenças em plantas e animais. A maioria desses organismos depende da matéria orgânica como alimento e fonte de energia, por isso são encontrados na superfície do solo (primeiros 30 cm). A abundância deles podem ser afetadas pela umidade, temperatura, aeração, suprimento de nutrientes, pH do solo e tipo de cultura; um bom manejo da adubação junto com práticas conservacionistas ajudam a manter os organismos benévolos do solo em níveis adequados (LOPES, 1998).

4.2.5.4 Equilíbrio de nutrientes

É um conceito essencial em fertilidade do solo e para a produção das culturas. O nitrogênio pode ser o primeiro nutriente limitante para as não leguminosas. Todavia, sem as quantidades apropriadas de outros nutrientes o nitrogênio é incapaz de desempenhar seu papel na sua totalidade. Conforme a adubação nitrogenada aumenta as produções, a cultura retira mais dos outros nutrientes (LOPES, 1998).

4.3 Descrição e Características dos Cultivos e Geoprocessamento

As 101 culturas foram divididas em quatro grupos (apropriadas para todo o município, apropriadas para o clima Aw, apropriadas para o clima Cwa e apropriadas para o clima Cwb) e descritas algumas de suas características peculiares como necessidade climática (temperatura e pluviosidade), época de plantio, adubação, pH, textura do solo e outras características em forma de quadro, todas estas informações estão presentes no apêndice.

Após essa divisão, foi verificado através da sobreposição dos mapas de pedologia e de clima do município, os tipos de solos presentes em cada clima e foram encontrados oito tipos de solo para o Aw: Cambissolo Sexquioxídrico (C), Cambissolo Sexquioxídrico em domínio de Leques (C/LC), Cambissolo com Laterita Retrabalhada (C/LR), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), Nitossolo Vermelho (NV), Neossolo Quartzarênico Retrabalhado

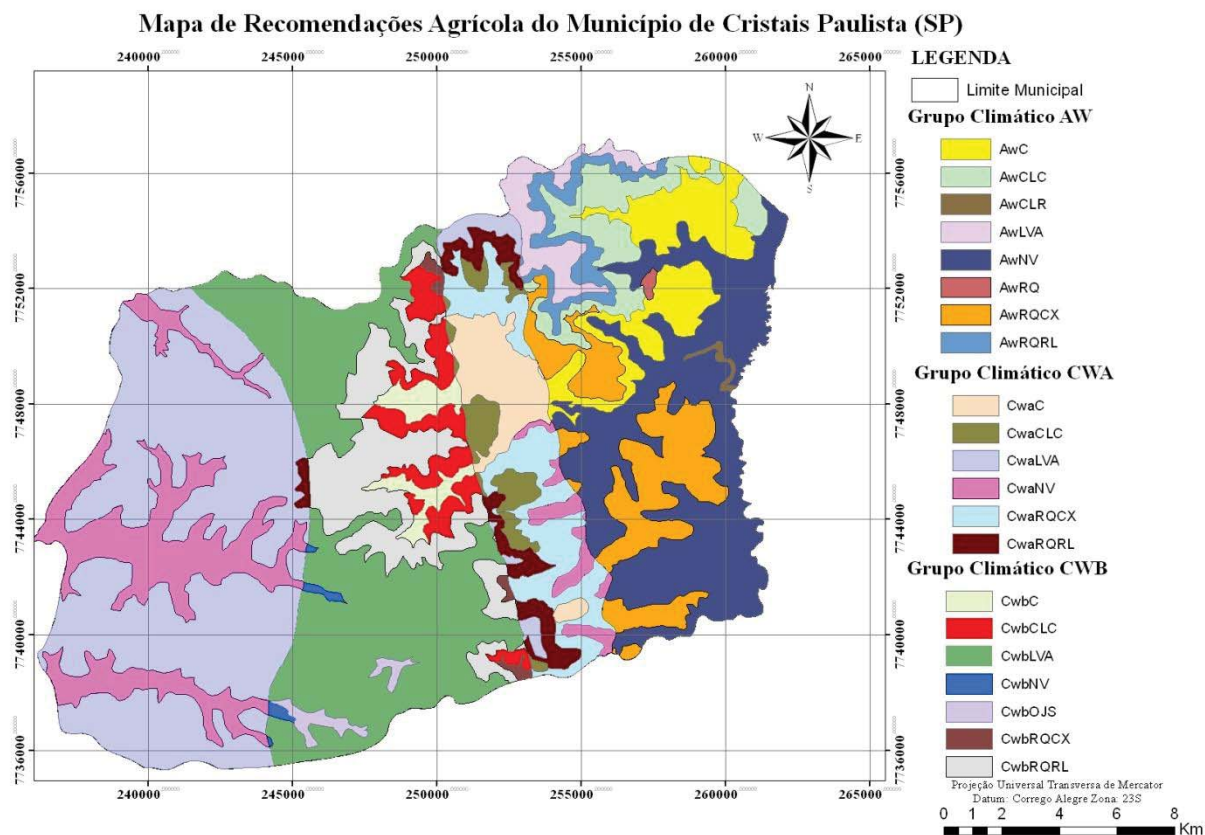
(RQ), Neossolo Quartzarênico Regolítico/Háplico Cambissólico (RQ/CX) e Neossolo Quartzarênico/Litólico (RQ/RL).

Seis tipos para o Cwa: Cambissolo Sexquioxídrico (C), Cambissolo Sexquioxídrico em domínio de Leques (C/LC), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), Nitossolo Vermelho (NV), Neossolo Quartzarênico Regolítico/Háplico Cambissólico (RQ/CX) e Neossolo Quartzarênico/Litólico (RQ/RL).

E sete para o Cwb: Cambissolo Sexquioxídrico (C), Cambissolo Sexquioxídrico em domínio de Leques (C/LC), Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), Nitossolo Vermelho (NV), Organossolo Tiomórfico Sáprico (OJs), Neossolo Quartzarênico Regolítico/Háplico Cambissólico (RQ/CX) e Neossolo Quartzarênico/Litólico (RQ/RL), as particularidades de cada um estão descritas no Diagnóstico Zero na parte de Pedologia.

Como pode ser visto, formaram-se 21 subgrupos edafoclimáticos, os quais foram utilizados como subdivisões para a elaboração do mapa de recomendações agrícola da área de estudo (Figura 26). Após essas subdivisões, foram retiradas aquelas culturas consideradas totalmente inapropriadas para as áreas onde elas foram alocadas devido a algumas características (declividade e altitude). A algumas, foram dadas cores de acordo com a sua aptidão para o município, segundo o zoneamento macroclimático elaborado pelo Centro Integrado de Informações Agrometereológicas, e por suas peculiaridades descritas por Paula Júnior e Venzon (2010).

Figura 26 - Mapa de Recomendação Agrícola para o Município de Cristais Paulista – SP



Fonte: Elaborado pelo autor

Nos quadros abaixo, as culturas que estão em verde-escuro são as mais apropriadas para esta área, as verde-claras são um pouco menos adaptadas, as amarelas são as de mediana adaptação e as laranjas pouco apropriadas (esta divisão é válida para todos os outros grupos).

Vale ressaltar que para um bom rendimento na colheita é necessário que o produtor rural faça análises do solo e veja as quantidades e tipos de adubação necessária (ver apêndice A para saber a saturação por bases necessária a cada cultivo) para a cultura a ser implantada, irrigação em quantidades corretas, preparo do solo antes do plantio (ver apêndice A para ver o preparo exigido pelas culturas). Além disso, recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas, como o uso de terraços e curvas de nível para evitar erosão, consorciamento de culturas para evitar pragas e doenças, e fazer uso de defensivos agrícolas somente quando for estritamente necessário e nas quantidades adequadas (estas recomendações são adequadas para todos os grupos).

Quanto a armazenagem e escoamento dos produtos da colheita, a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) possui três locais de armazenamento próximos ao município, são eles: o CEAGESP de São Joaquim da Barra - SP

que dista 76 Km de Cristais Paulista – SP, tem silo horizontal com capacidade estática de 20 mil toneladas e silo graneleiro com aptidão para 90 mil toneladas, opera com açúcar e grãos, fornece os serviços de armazenagem, limpeza, transbordo, secagem e expurgo, e tem desvio ferroviário ativo (bitola estreita) permitindo o transbordo de produtos destinados à exportação pelo Porto de Santos – SP; já o CEAGESP de Ribeirão Preto está a uma distância de 106 Km da área de estudo, apresentando armazenagem convencional com competência para guardar 4,8 mil toneladas e um silo vertical com capacidade para 5 mil toneladas, operando na estocagem de grãos e produtos embalados e providencia armazenagem, limpeza e expurgo; há também o CEAGESP de Araraquara distante 191 Km do município, com duas unidades, a sede com silo convencional de 5,1 mil toneladas, silo horizontal com capacidade de 20 mil toneladas, silo vertical com 5 mil toneladas e graneleiro com 40 mil toneladas, está em operação com açúcar a granel e grãos, os serviços prestados são de armazenagem, limpeza, transbordo, secagem e expurgo, também possui um desvio ferroviário ativo (bitola larga) que permite o transbordo de produtos com destino à exportação pelo Porto de Santos, a unidade anexo tem um armazém convencional de 50 mil toneladas de capacidade, atuando com açúcar a granel, em bags e ensacados e outros produtos ensacados (COMPANHIA DE ENTREPÓSITOS ..., 2004).

Grupo climático Aw

Este grupo é caracterizado pelo clima 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° C, e no mês mais frio superior a 18° C (SETZER, 1996). Os grupos edafoclimáticos pertencentes a este clima seguem abaixo:

Grupo edafoclimático Aw:C

O solo deste grupo edafoclimático caracteriza-se por ter profundidade de 1 m, textura média com matérias conglomeráticos angulosos, altas concentrações de alumínio, boa porosidade, não retém água e nem cátions, baixa quantidade de matéria orgânica, porosidade de 60%, declividade de 5 a 8° e está sobre o regime údico (Figura 15) necessitando de irrigação, na maioria das vezes, apenas na época da seca (junho a agosto). Essas informações mostram a necessidade de adubação do mesmo e controle da acidez para a implantação das

culturas. Das 101 culturas, 36 culturas foram consideradas adequadas para este edafoclima (Figura 27), algumas características relevantes das mais recomendáveis estão abaixo listadas.

O amendoim forrageiro é uma leguminosa e pode ser usada como adubação verde (aumenta a disponibilidade de Nitrogênio no solo), cobertura vegetal em áreas com culturas perenes e como forrageira (aumenta o ganho de peso do gado e a produção de leite), consorciada ou não com gramíneas (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010). Esta cultura é muito recomendável, principalmente para os produtores de gado de corte e leite do município.

O Arroz (*Oryza sativa*) de sequeiro é mais adaptado a regiões de altas temperaturas e necessita de boa quantidade de água (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

A batata-doce (*Ipomoea batata*) é pouco atacada por pragas e resistentes a doenças, para ser consumida a mesa sua colheita se dá de 100-150 dias, para a indústria pode ser colhida mais tarde, dependendo das condições do clima e da cultivar escolhida. Após sua colheita deve secar ao sol de 30 minutos a três horas (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

A Braquiária (*Brachiaria spp.*) é a fonte mais barata de alimentos para ruminantes, há diversas espécies e cultivares e são pouco exigentes (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

A leguminosa estilantes (*Stylosanthes spp.*) podem ser usados como forrageiras ou consorciamento com gramíneas, também pode ser utilizada como banco de proteína, feno e adubo verde em áreas de culturas perenes ou anuais, possui vários cultivares, quase não sofrem perdas por pragas ou doenças (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

O eucalipto (*Eucalyptus spp.*) possui inúmeras espécies possibilitando a adaptação do mesmo a diversos ambientes e para diversos usos, no primeiro ano é necessário o controle de plantas daninhas, as principais pragas são formigas e cupins que devem ser controlados durante todo o ciclo, o colheita do eucalipto depende do uso que será destinado a madeira e do espaçamento de plantio (quanto menor o espaçamento mais cedo deve ser cortado) (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

A leguminosa feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) é utilizado como adubação verde, é uma planta rústica tolerando o sombreamento parcial, altas temperaturas e à seca, pode ser plantado em consorciamento com o milho, café, fruteiras e outras culturas. Este feijão é suscetível ao ataque da “vaquinha” (*Diabrotica speciosa*) e pode hospedar a mosca-

branca (*Bemisia tabaci*) vetor de viroses para diversas culturas de importância econômica (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

O feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma hortaliça anual, podem ser cozidas ou industrializadas, de ampla adaptação climática, não tolerante a falta de água e nem ao encharcamento. A colheita inicia-se de 45 a 75 dias após a semeadura dependendo da cultivar, o preço deste produto é maior no inverno (deve ser plantado em estufa) devido a menor oferta (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

A Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) não deve ser plantada em altitudes maiores que 1000 m, possui muitas variedades de espécies, necessita de controle de plantas daninhas no seu estágio inicial de desenvolvimento e algumas pragas podem causar redução da produtividade (cupins, formigas, mandarová, ácaros, mosca-do-broto e tripes), dependendo da cultivar e das condições de cultivo a colheita pode ser feita de 6-18 meses após o plantio para o consumo a mesa e deve ser feito na época de temperaturas baixas ou períodos secos quando estão em repouso (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

A manga (*Mangifera indica* L.) tem muitas variedades de cultivares, pode ser plantada em consorciamento com plantas de médio a baixo porte (feijão, amendoim, arroz de sequeiro, soja, abóbora, melancia, melão, mamão, goiaba, maracujá, banana e abacaxi) para formar um microclima favorável às mangueiras e contribuir para a conservação do solo. Necessita de controle com plantas daninhas durante todo o verão e inverno, caso haja a ocorrência de pragas o uso de inseticidas deve ser feito somente quando o nível de controle é atingido, também podem ocorrer doenças e as mesmas devem ser controladas para não haver perdas na produção. Os frutos podem ser colhidos de 120-150 dias após a fertilização das flores dependendo da cultivar, das condições climáticas e das práticas de manejo (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

O milho (*Zea mays* L.) possui várias cultivares, pode ser consorciado com o feijão, esta cultura é extremamente sensível a plantas daninhas que podem reduzir drasticamente sua produtividade devendo-se tomar cuidado com as mesmas. Também deve haver medidas de controle cultural e biológico de insetos e a aplicação de inseticidas só devem ser feita quando o nível de controle das pragas for atingido, porém deve-se priorizar o uso de produtos seletivos aos inimigos naturais (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

O milho de pipoca é mais rentável que o milho comum, porém sua produtividade é menos da metade do mesmo, pode servir de incremento da receita para a agricultura familiar,

o custo da produção por hectare varia de R\$ 1300,00 a R\$ 2000,00 podendo render de R\$ 2250,00 a R\$ 2700,00 com manejo adequado da lavoura, tem várias cultivares e é recomendável que haja prática de rotação de culturas (soja, algodão, etc.). É mais sensível a deficiência de água do que o milho comum e o controle de plantas daninhas, pragas e doenças deve ser mais rigoroso do que o do milho comum (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

O milho verde (incluindo o doce e superdoce) alcança melhores preços que o milho grão, principalmente de junho a setembro, é altamente recomendável para médios e pequenos agricultores, pois tem rápido retorno de capital, porém deve ser produzido próximo aos locais de consumo por ser altamente perecível. Possui vários cultivares, com irrigação pode ser produzido durante todo o ano e ter bons preços durante a época de seca, deve-se fazer o controle de plantas daninhas, pragas e doenças (idem milho), a colheita deve ser feita de madrugada quando a temperatura está mais amena e mais fresco (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

O pepino (*Cucumis sativus L.*) é uma hortaliça que possui vários cultivares (algumas necessitam do uso de estacas), pode ser plantada em consórcio (feijão, ervilhas, alface, milho e girassol), devem-se tomar as devidas providências com plantas daninhas, pragas e doenças e a colheita se inicia de 60 a 80 dias após o plantio e quando a produção se destina a conserva devem ser colhidos 10 dias antes (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

O urucum (*Bixa orellana L.*) é uma boa alternativa de renda para pequenos agricultores, pois é adaptado a uma ampla faixa edafoclimática e é muito utilizado como corante natural na indústria, deve-se ter cuidado com plantas daninhas, pragas e doenças para que não haja perda na produtividade. A colheita pode ocorrer duas vezes por ano (safrinha de março a abril e a principal de julho a agosto) e de forma manual com tesouras de poda ou pequenas facas (mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

Figura 27 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:C

Grupo Aw:C	
Abóbora-menina	Lentilha
Amendoim-forrageiro	Mamão
Arroz de sequeiro	Mandioca
Batata-doce	Manga
Berinjela	Maracujá
Braquiária	Melancia
Calopogônio	Milho
Cana-de-açúcar	Milho-pipoca
Capim-elefante	Milho-verde
Caupi ou feijão de corda	Mucuna
Crisântemo	Pepino
Estilosantes	Pimenta
Eucalipto	Pimenta-do-reino
Feijão-de-porco	Puerária
Feijão-mungo-verde	Soja
Feijão-vagem	Sorgo
Forrageiras do gênero Cynodon	Triticale
Forrageiras do gênero Panicum	Urucum
Jiló	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptada de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Aw:C/LC

As características deste solo são as mesmas que as do solo anterior (C), porém com declividade de 23 a 26% impossibilitando a utilização de maquinário e do plantio de algumas culturas, o regime edafoclimático presente nesta área é o údico (Figura 15) o que mostra ser necessária irrigação apenas nos meses de seca. Este grupo possui um total de 29 culturas como pode ser observado na figura 28 e as mais recomendadas foram descritas no grupo edafoclimático anterior.

Figura 28 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:C/LC

Grupo Aw:C/LC	
Abóbora-menina	Jiló
Amendoim-forrageiro	Lentilha
Arroz de sequeiro	Mamão
Batata-doce	Melancia
Braquiária	Milho
Calopogônio	Milho-pipoca
Cana-de-açúcar	Milho-verde
Capim-elefante	Mucuna
Caupi ou feijão de corda	Pepino
Crisântemo	Puerária
Estilosantes	Soja
Eucalipto	Sorgo
Feijão-de-porco	Triticale
Feijão-mungo-verde	Urucum
Feijão-vagem	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Aw:C/LR

O solo deste grupo edafoclimático possui as seguintes características: sua porosidade é variável, é limitante por ser pedregoso, tem textura barro-argilo-cascalhento, pouco profundo, baixa quantidade de matéria orgânica, pode ter problema de permeabilidade, sua declividade é de 5 a 6% e seu regime é o áquico que dependendo da cultura escolhida será necessário a drenagem do solo, devido a intolerância a solos encharcados. O grupo tem 19 culturas selecionadas (Figura 29). As culturas mais recomendadas estão descritas no grupo edafoclimático Aw:C e para mais informações sobre as culturas ver apêndice A.

Figura 29 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:C/LR

Grupo Aw:C/LR	
Arroz de sequeiro	Lentilha
Batata-doce	Mamão
Braquiária	Milho
Calopogônio	Milho-pipoca
Capim-elefante	Milho-verde
Caupi ou feijão de corda	Mucuna
Estilosantes	Soja
Feijão-arroz	Triticale
Feijão-de-porco	Unucum
Feijão-mungo-verde	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Aw:LVA

O LVA encontrado no município é profundo, de textura média (com cerca de 17 a 20% de argila), podendo reter água, contém pouca matéria orgânica, excesso de alumínio, uma porosidade de 55%, declividade de 5 a 38% devendo ser tomadas medidas de conservação do solo nas áreas com maior declividade, e em áreas com mais de 20% de declividade que impossibilita a mecanização da lavoura. O regime presente neste solo é o údico que mostra a necessidade de irrigação na seca (junho a agosto) podendo ser requerida em outros meses. Possui 47 tipos de cultivos (figura 30) dos quais a maioria deles foram descritas anteriormente (para mais informações sobre as culturas ver apêndice A).

A leucena (*Leucaena leucocephala*) é uma leguminosa que pode ser usada como forrageira, adubo verde, lenha, carvão, quebra-vento, ou no sombreamento de culturas perenes, suportam geadas leves e estiagem e no seu estágio inicial é sensível a pragas (psilídeo, formigas e cupins) (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

Figura 30 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:LVA

Grupo Aw:LVA	
Abóbora-menina	Gladíolo
Algodão	Guandu
Amendoim-forrageiro	Inhame ou Cará
Arroz de sequeiro	Jiló
Batata-doce	Lentilha
Berinjela	Leucena
Braquiária	Mamão
Cacau	Mamona (verificar inclinação)
Café	Manga (verificar inclinação)
Calopogônio	Maracujá (verificar inclinação)
Cana-de açúcar	Melancia
Capim-elefante	Melão
Caupi ou feijão de corda	Milho
Citros	Milho-pipoca
Crisântemo	Milho-verde
Estilosantes	Mucuna
Eucalipto	Pimenta (verificar inclinação)
Feijão-arroz	Pimenta-do-reino (verificar inclinação)
Feijão-de-porco	Quiabo
Feijão-fava	Soja
Feijão-vagem	Sorgo
Forrageiras do gênero Cynodon	Triticale
Forrageiras do gênero Panicum	Urosum
Girassol	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Aw:NV

Os solos deste grupo edafoclimático são de boa fertilidade, com textura argilo-argilosa ou argilo-arenosa, alta capacidade de troca catiônica (CTC), profundos, baixa quantidade de matéria orgânica, porosidade é de 60%, declividade varia de 5 a 21% e seu regime é o áquico (Figura 15) mostrando a necessidade de drenagem para aquelas culturas que não toleram saturação de água (para mais informações sobre as culturas consultar apêndice A).

Este grupo é formado por 35 espécies de cultivos, suas recomendações seguem na figura 31, abaixo e as mais recomendadas estão descritas no grupo edafoclimático Aw:C.

Figura 31 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:NV

Grupo Aw:NV	
Arroz de sequeiro	Mamão
Banana	Mamona (verificar inclinação)
Batata-doce	Milho
Berinjela (verificar inclinação)	Milho-pipoca
Braquiária	Milho-verde
Cacau	Moranga-híbrida
Café	Mucuna
Calopogônio	Pimenta-do-reino (verificar inclinação)
Capim-elefante	Pimentão
Caupi ou feijão de corda	Quiabo
Couve-chinesa	Rosa
Estilosantes	Seringueira (verificar inclinação)
Feijão-arroz	Soja
Feijão-de-porco	Sorgo
Feijão-fava	Taro
Feijão-mungo-verde	Triticale
Girassol	Urucum
Gladiolo	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Aw:RQ

Este solo é arenoso, profundos, com porosidade de 49%, declividade de 11 a 12%, o regime pertencente a este solo é o údico podendo ocorrer a necessidade de irrigação nos meses mais secos (junho a agosto). Possui 36 culturas recomendadas (Figura 32). Algumas das características das culturas mais recomendadas estão descritas no grupo edafoclimático Aw:C e outras serão descritas abaixo.

O abacaxi (*Ananas comosus*) possui as cultivares pérola e cayenne, precisa de controle de plantas daninhas que concorrem com a mesma por nutrientes e água, frutifica de 15 a 24 meses após o plantio (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

A crotalaria (*Crotalaria spp.*) é utilizada como adubação verde em consorciamento (café, frutíferas, etc.) ou cultivo exclusivo, fixa nitrogênio no solo e são utilizadas no controle de nematoides (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

Figura 32 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:RQ

Grupo Aw:RQ	
Abacaxi	Goiaba
Abóbora-menina	Guandu
Algodão	Inhame ou Cará
Arroz de sequeiro	Jiló
Batata-doce	Lentilha
Braquiária	Leucena
Calopogônio	Mamão
Cana-de-açúcar	Melancia
Capim-elefante	Melão
Caupi ou feijão de corda	Milho
Citros	Milho-pipoca
Crisântemo	Milho-verde
Crotalária	Mucuna
Estilosantes	Pepino
Eucalipto	Puerária
Feijão-de-porco	Soja
Feijão-mungo-verde	Triticale
Girassol	Urucum

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Aw:RQ/CX

Este solo tem textura arenosa a barro-argilo-arenosa, profundos, com maior retenção de água e nutrientes, declividade que varia de 5 a 25%, porosidade de 43% e regime údico se fazendo necessária a irrigação nos meses de estiagem (Figura 15). O grupo tem 37 tipos de cultivos e podem ser verificados na figura 33 e as características das culturas mais recomendadas estão descritas no grupo edafoclimático Aw:C.

Figura 33 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:RQ/CX

Grupo Aw:RQ/CX	
Arroz de sequeiro	Gladíolo
Banana	Inhame ou Cará
Batata-doce	Mamão
Braquiária	Melão
Cacau	Milho
Café	Milho-pipoca
Calopogônio	Milho-verde
Capim-elefante	Moranga-híbrida
Caupi ou feijão de corda	Mucuna
Couve-chinesa	Pimentão
Crotalária	Quiabo
Estilosantes	Rosa
Feijão-arroz	Soja
Feijão-de-porco	Sorgo
Feijão-fava	Taro
Feijão-mungo-verde	Trigo (sequeiro)
Forrageiras do gênero Cynodon	Triticale
Forrageiras do gênero Panicum	Urucum
Girassol	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Aw:RQ/RL

O solo deste edafoclima possui as seguintes características: profundidade de até 50 cm, arenosos, acumula matéria orgânica, declividade maior que 42-47%, porosidade aparente de 16% e regime ústico (Figura 15) mostrando, com isso, a necessidade de irrigação durante quase todo o ano. Para este grupo foram recomendados 23 cultivos, segue abaixo na figura 34.

Os plantios que forem implementados nessa área necessitarão de irrigação e não poderão fazer uso de maquinários devido à sua declividade muito alta, também é necessário que o agricultor utilize práticas conservacionistas. Recomenda-se que essa região seja uma área de proteção permanente (APP), devido à elevada declividade, para a preservação desse solo e recursos presentes nele.

Figura 34- Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Aw:RQ/RL

Grupo Aw:RQ/RL	
Abóbora-menina	Feijão-mungo-verde
Arroz de sequeiro	Feijão-vagem
Batata-doce	Mamão
Braquiária	Melancia
Calopogônio	Milho
Capim-elefante	Milho-pipoca
Caupi ou feijão de corda	Milho-verde
Crisântemo	Mucuna
Estilosantes	Soja
Eucalipto	Triticale
Feijão-arroz	Uncum
Feijão-de-porco	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo climático Cwa

Este clima é quente úmido com inverno seco, apresentando no mês mais seco um total de chuva inferior a 30 mm; temperaturas médias superiores a 22° C no mês mais quente e temperaturas menores que 18° C no mês mais frio (SETZER, 1996).

Grupo edafoclimático Cwa:C

A descrição deste solo é a mesma da que está descrita no grupo edafoclimático Aw:C, porém o regime além de ser údico (Figura 15), também pode ser áquico em algumas áreas e nelas podem ser necessário a drenagem do solo para o plantio de algumas culturas intolerantes ao encharcamento. E este grupo possui 24 tipos de cultivos (Figura 35), as principais características dos mais recomendados serão descritas abaixo, com exceção da braquiária, estilosantes, eucalipto e feijão de porco que já foram descritos no grupo Aw:C.

O abacate (*Persea americana* Mill.) tem vários cultivares e necessita de cuidados com plantas daninhas, pragas e doenças (mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

As forrageiras do gênero *Cynodon* são recomendadas para o pastejo ou forragem conservada, principalmente na forma de feno, possui vários cultivares, podem ser atacados

por cigarrinhas e reduzir drasticamente a quantidade de forragem (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

Forrageiras do gênero *Panicum* são utilizadas como alimentação de ruminantes, possui muitas cultivares, praticamente não há problemas com plantas daninhas, as formigas e lagartas são as principais pragas (para mais informações ver apêndice A) (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010).

Figura 35 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:C

Grupo Cwa:C	
Abacate	Eucalipto
Alface	Feijão
Alho	Feijão-azuki
Almeirão e Chicória	Feijão-de-porco
Amendoim	Forrageiras do gênero <i>Cynodon</i>
Batata	Forrageiras do gênero <i>Panicum</i>
Braquiária	Grão-de-bico
Brócolis	Morango (verificar inclinação)
Cebola	Rúcula
Cenoura	Salsa
Chuchu	Tomate
Estilosantes	Triticale

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwa:C/LC

O solo deste grupo está descrito no grupo edafoclimático Aw:C/LC e este tem 20 tipos de culturas (Figura 36), as características das mais recomendadas já foram descritas anteriormente.

Figura 36 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:C/LC

Grupo Cwa:C/LC	
Abacate	Chuchu
Alface	Estilosantes
Alho	Eucalipto
Almeirão e Chicória	Feijão
Amendoim	Feijão-azuki
Batata	Feijão-de-porco
Braquiária	Grão-de-bico
Brócolis	Rúcula
Cebola	Salsa
Cenoura	Triticale

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwa:LVA

As características deste edafoclima estão descritas no grupo Aw:LVA e seu regime além de ser údico em algumas áreas é perúdicico em outras (Figura 15) e com isso raramente necessitam de irrigação . Possui 24 tipos de cultivos (Figura 37), os mais recomendados já foram descritos anteriormente.

Figura 37 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:LVA

Grupo Cwa:LVA	
Abacate	Eucalipto
Alface	Feijão
Alho	Feijão-azuki
Almeirão e Chicória	Feijão-de-porco
Amendoim	Forrageiras do gênero Cynodon (verificar inclinação)
Batata	Forrageiras do gênero Panicum (verificar inclinação)
Braquiária	Grão-de-bico
Café (verificar inclinação)	Morango (verificar inclinação)
Cebola	Rúcula
Cenoura	Salsa
Chuchu	Tomate (verificar inclinação)
Estilosantes	Triticale

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwa:NV

O solo deste edafoclima foi descrito no grupo Aw:NV e além do regime áquico, também ocorre o údico (irrigação durante a estiagem) e o perúdic (quase não necessita de irrigação) (Figura 15). Este grupo tem 13 cultivos recomendados que pode ser visto na figura 38 abaixo e os mais recomendados estão descritos anteriormente.

Figura 38 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:NV

Grupo Cwa:NV	
Abacate	Couve-comum
Abobrinha-italiana	Estilosantes
Amendoim	Feijão-azuki
Braquiária	Feijão-de-porco
Brócolis	Rúcula
Café	Triticale
Chuchu	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwa:RQ/CX

O solo deste grupo está descrito no grupo edafoclimático Aw:RQ/CX. Contém 15 culturas (Figura 39) e as principais já foram descritas anteriormente.

Figura 39 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:RQ/CX

Grupo Cwa:RQ/CX	
Abobrinha-italiana	Estilosantes
Amendoim	Feijão-de-porco
Braquiária	Forrageiras do gênero Cynodon
Brócolis	Forrageiras do gênero Panicum
Café	Rúcula
Chuchu	Trigo
Couve-comum	Triticale
Crotalária	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwa:RQ/RL

O solo deste grupo está descrito no grupo edafoclimático Aw:RQ/RL. É constituído por 12 culturas (Figura 40) e as mais recomendadas estão descritas anteriormente.

Figura 40 - Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwa:RQ/RL

Grupo Cwa:RQ/RL	
Alface	Feijão
Alho	Feijão-azuki
Almeirão e Chicória	Feijão-de-porco
Braquiária	Grão-de-bico
Estilosantes	Salsa
Eucalipto	Triticale

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo climático Cwb

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° C e no mês mais frio é menor que 18° C (SETZER, 1996).

Grupo edafoclimático Cwb:C

As características do solo deste grupo edafoclimático estão descritas no grupo Aw:C citado anteriormente. É formado por 16 culturas (Figura 41) e a maioria das mais recomendadas foram descritas anteriormente.

O triticale (*X triticosecale* Wittmack) foi criado pelo homem, é o cruzamento entre o trigo e o centeio, resistente a doenças, seca e solos ácidos, como é o caso de Cristais Paulista – SP. Pode ser usado para ração animal (principalmente suínos e aves), moinhos (biscoitos e farinha de uso doméstico), forragem verde (corte ou pastoreio), feno, silagem de planta inteira ou do grão úmido, duplo-propósito (corte e posterior colheita de grãos na rebrota) e cobertura vegetal para proteção do solo e adubação verde. Possui alguns tipos de cultivares, não tem muito problema com plantas daninhas, as principais pragas são as lagartas e pode ocorrer algumas doenças (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010) (para mais informações sobre está e outras culturas ver apêndice A).

Figura 41 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:C

Grupo Cwb:C	
Batata-baroa ou mandioquinha-salsa	Feijão-de-porco
Beterraba	Forrageiras do gênero <i>Cynodon</i>
Braquiária	Forrageiras do gênero <i>Panicum</i>
Cevada	Maçã
Couve-flor	Pêssego, nectarina e ameixa
Ervilha	Rabanete
Estilosantes	Repolho
Eucalipto	Triticale

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwb:C/LC

O solo C/LC está descrito no grupo edafoclimático Aw: C/LC. É constituído por 12 tipos de cultivos (Figura 42) e as características das principais culturas foram descritas em grupos anteriores (para mais informações sobre estas e outras culturas ver apêndice A).

Figura 42 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:C/LC

Grupo Cwb:C/LC	
Beterraba	Eucalipto
Braquiária	Feijão-de-porco
Cevada	Pêssego, nectarina e ameixa
Couve-flor	Rabanete
Ervilha	Repolho
Estilosantes	Triticale

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwb:LVA

Este solo está descrito no grupo edafoclimático Aw:LVA. Este grupo possui 20 espécies de culturas (Figura 43) e as mais recomendadas estão descritas anteriormente (para mais informações sobre as culturas ver apêndice A).

Figura 43 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:LVA

Grupo Cwb:LVA	
Batata-baroa ou mandioquinha-salsa (verificar inclinação)	Forrageiras do gênero <i>Cynodon</i> (verificar inclinação)
Beterraba	Forrageiras do gênero <i>Panicum</i> (verificar inclinação)
Braquiária	Lichia
Café (verificar inclinação)	Maçã (verificar inclinação)
Caqui	Marmelo
Couve-flor	Oliveira
Ervilha	Rabanete
Estilosantes	Repolho
Eucalipto	Trítica
Feijão-de-porco	Uva

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwb:NV

O solo deste grupo está descrito no grupo edafoclimático Aw:NV e podem ter o regime perúdic ou údic (Figura 15), dependendo da área. Formado por 20 tipos de cultivos (Figura 44), alguns deles foram descritos anteriormente e as características de outros seguem abaixo.

A couve-flor (*Brassica oleracea L. var. botrytis L.*) é a mais exigente em clima e temperatura das brássicas, tem várias cultivares e híbridos tanto de verão quanto inverno, sua área de cultivo devem ser mantidas sem plantas daninhas e ocorrer o controle de pragas e doenças para que não interfiram na produtividade, sua colheita inicia-se de 50 a 80 dias após o transplante das mudas e sua produtividade fica em torno de 25 t/ha (1500 dúzias/ha ou 3000 engradados /ha) dependendo a cultivar ou híbrido utilizado (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010) (para mais informações ver apêndice A).

O figo (*Ficus carica L.*) possui vários cultivares, necessita de controle de pragas e doenças caso seja necessário, sua colheita é de janeiro a março (ocorre queda de preço nessa época) e pode se estender de outubro a agosto dependendo da época de poda, sua colheita deve ser feita diariamente e com muito cuidado pois os frutos são muito delicados e perecíveis (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010) (para mais informações ver apêndice A).

A noz-macadâmia (*Macadamia spp.*) é considerada a noz mais saborosa comercializada no mundo e pode ser consumida tostada com ou sem sal, como cobertura de doces achocolatados e sorvetes, ingredientes para biscoitos e bolos e na indústria de cosméticos e produtos farmacêuticos. Possui várias cultivares, nas regiões com alta incidência de ventos recomenda-se o uso de quebra-ventos (recomenda-se casuarina, grevéia ou

eucalipto) e estes devem ser plantados um a três anos antes das macadâmias, a macadâmia pode ser consorciada com feijão, milho ou fruteiras de porte menor e vida produtiva de até seis anos. Deve-se fazer o manejo das plantas daninhas para que não haja competição, principalmente nas fases iniciais de desenvolvimento, não se tem observado problemas com pragas e doenças. A colheita ocorre de fevereiro a junho, o custo de implantação é de 1200,00 dólares por hectare e o de manutenção é de 300 dólares por ano, a primeira colheita ocorre no quarto ano após a implantação do pomar e sua maturidade (maior produtividade) aos 12 anos (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010) (para mais informações ver apêndice A).

Figura 44 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:NV

Grupo Cwb:NV	
Agrião	Figo
Beterraba	Lichia
Braquiária	Maçã (verificar inclinação)
Café	Marmelo
Caqui	Noz macadâmia
Cevada	Oliveira
Couve-flor	Pêssego, nectarina e ameixa
Ervilha	Rabanete
Estilosantes	Repolho
Feijão-de-porco	Triticale

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwb:Ojs

Estes solos são profundos, saturados em água, de textura sedosa, alta quantidade de matéria orgânica de natureza sáprica, elevada capacidade de troca catiônica e aniônica, ácido, declividade de 5 a 8% e podem ser perúdic ou údic (Figura 15), dependendo da sua localização. Composto por seis culturas (Figura 45), as mais adequadas forma descritas anteriormente (para mais informações sobre estas e outras culturas ver apêndice A).

Figura 45 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:Ojs

Grupo Cwb:Ojs	
Agrião	Estilosantes
Braquiária	Feijão-de-porco
Café	Triticale

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwb:RQ/CX

O solo deste grupo está descrito no edafoclima Aw:RQ/CX. É formado por 17 cultivos (Figura 46) a maioria dos mais recomendados foram descritos anteriormente e a descrição do trigo segue abaixo.

O trigo (*Triticum aestivum* L.) no cultivo de sequeiro pode produzir em média 2400 Kg/ha atingindo até 4295 Kg/ha com o uso de irrigação a produção pode alcançar de 5400 Kg/ha a 7480 Kg/ha. Possui várias cultivares, a sua irrigação varia de 400 a 500 mm para todo o ciclo da cultura, não apresenta muitos problemas com plantas daninhas, a principal praga é a lagarta e pode ocorrer algumas doenças devendo-se ter cuidado com as mesmas para não ter grandes perdas na produção (PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010) (para mais informações ver apêndice A).

Figura 46 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:RQ/CX

Grupo Cwb:RQ/CX	
Agrião	Forrageiras do gênero <i>Cynodon</i>
Braquiária	Forrageiras do gênero <i>Panicum</i>
Café	Marmelo
Couve-flor	Noz macadâmia
Crotalária	Rabanete
Ervilha	Repolho
Estilosantes	Trigo
Feijão-de-porco	Triticale
Figo	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009b

Grupo edafoclimático Cwb:RQ/RL

O solo RQ/RL está descrito no grupo edafoclimático AW:RQ/RL. Composto por sete espécies de cultivos (Figura 47), as principais já foram descritas anteriormente (para mais informações sobre as culturas ver apêndice A).

Figura 47 – Recomendações de Cultivos Para o Grupo Edafoclimático Cwb:RQ/RL

Grupo Cwb:RQ/RL	
Braquiária	Feijão-de-porco
Cevada	Triticale
Estilosantes	Uva
Eucalipto	

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR; VENZON, 2010; CENTRO INTEGRADO..., 2009

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho permitiu no município o manejo das culturas, conforme os climas e regiões bioclimáticas.

Recomenda-se aos agricultores que visitem sempre que possível o site do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), pois o mesmo disponibiliza informações atualizadas sobre o clima (pluviosidade, umidade, temperatura, geadas, etc) e dados sobre algumas culturas em específico como café, feijão, soja, etc.

Este agrupamento climático e edafológico possibilitou a divisão de diversas culturas de acordo com suas necessidades, e mostraram informações mais dirigidas para rendimentos e lucratividade mais adequados, em função destas propriedades para Cristais Paulista – SP possibilitam também, a elaboração de um mapa de recomendações agrícolas que permite a orientação e indicação de vários cultivos para os agricultores, ajudando-os na escolha mais adequada das mesmas de acordo com suas possibilidades econômicas e de capacidade do solo.

Além disso, permite ao agricultor otimizar os custos de implementação, minimizar o desgaste do solo por perdas erosivas, compactação, uso de insumos agrícolas e contaminação do solo e da água por agrotóxicos, indica um melhor parcelamento do solo rural e respectivas restrições de uso e ocupação, auxilia no manejo adequado dos diferentes solos em detrimento do cultivo e maximiza o uso autossustentável.

A aplicação desse zoneamento fornece subsídios ao planejamento agrícola local, por meio de estudo detalhado e integrado do meio físico – principalmente climático e edafológico – e das culturas, pois visa um melhor uso da terra e maior rendimento aos produtores rurais. Essa prática pode mostrar-se bastante eficiente como ferramenta na gestão territorial agrônômica, não apenas no município em questão, mas também em outras áreas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; NEVES, B. B. B. The upper precambrian of South America. **Boletim IG**, São Paulo, v.7, p. 45-80. 1976.
- BARROW, C.J. **Land degradation**: development and breakdown of terrestrial environments. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.
- BARTOLOMEU, D. **Zoneamento geoambiental do município de Cristais Paulista (SP) com base na caracterização e aspectos evolutivos do meio físico**. 2009. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.
- BERTELLI, C. **Efeitos da disposição de lodos de curtume no solo e na planta**. 2007. 135 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2007.
- CARVALHO, D. C. **Potencial natural de erosão em Cristais Paulista-SP**: uma análise de suscetibilidade utilizando a sistemática morfoestrutural e o modelo EUPS. 2008. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2008.
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC/INPE. **El Niño e La Niña**. 2010. Disponível em <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em 15 set. 2012.
- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEREOLÓGICAS - CIIAGRO. **Mapas do balanço hídrico**. 2009a. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em: 27 jul. 2012.
- CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEREOLÓGICAS - CIIAGRO. **Zoneamento macro-climático**. 2009b. Disponível em: http://www.ciiagro.sp.gov.br/znmt_macro.html. Acesso em: 27 jul. 2012.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Qualidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2010.
- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Qualidade das águas superficiais no Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2012.
- COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO. **Armazenagem**. 2004. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/armazenagem/>. Acesso em 17 set. 2012.
- COORDENADORIA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA INTEGRAL – CATI. **Levantamento censitário das unidades de produção agropecuárias do Estado de São Paulo**: dados consolidados municipais. 2009. Disponível em: <http://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/dadosmunicipais/pdf/t147.pdf>. Acesso em 13 jul. 2011.
- COUTINHO, L. M. **Aspectos do Cerrado**: fauna. São Paulo, 2000. Disponível em:

<http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_fauna.htm>. Acesso em 05 abr. 2011.

COUTINHO, L. M. O conceito de Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 17-24, 1978. Disponível em: <<http://www.fcfar.unesp.br/arquivos/link/20110627131804532020.pdf>>. Acesso em: 14 jan. 2

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2004.

FLORES, M. X. Uso agrícola do solo: principais tipos de solos, potencial de utilização e impactos ambientais. In: QUEIROZ, T. A. (Org.) **Análise ambiental: estratégias e ações**. Rio Claro: Editora LTDA, 1995.

FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **A framework for land evaluation**. Soils Bulletin. n. 32, 1976.

GRIMM, A. M. The El Niño impact on the summer monsoon in Brazil: regional processes versus remote influences. **Journal of Climate**, Boston, 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. **Journal of Climate**, Boston, v.13, n.1, p.35-58, 2000.

HADLEY, R.F.; LAL, R; ONSTAD, C.A.; WALLING, D.E.; YAIR, A. **Recent developments in erosion and sediment yield studies**. Paris: Unesco, 1985.

HELLMEISTER JUNIOR, Z. **Aspectos geológicos e principais recursos minerais da região de Franca-Pedregulho, nordeste do Estado de São Paulo**. 1997. 255 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. [2010?]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 27 set. 2011.

INSTITUTO CHICO MENDES. **Unidades de Conservação no bioma: cerrado**. 2012. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/biomas-brasileiros/cerrado>>. Acesso em: 07 ago. 2012.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO. **Mapas das regiões administrativas e metropolitanas do Estado de São Paulo**. 2009. Disponível em: < http://www.igc.sp.gov.br/produtos/regioes_adm.html>. Acesso em 20 de out. 2011.

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

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KLINK, A. C.; MACHADO, R. B. A Conservação do Cerrado Brasileiro. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul. 2005. Disponível em: <http://www.conservacao.org/publicacoes/files/20_Klink_Machado.pdf>. Acesso em 05 abr. 2011.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. 4. ed. rev. Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. 2. ed. rev. ampl. Piracicaba, SP: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1998.

MELO, M. S.; PONÇANO, W. L. **Gênese, Distribuição e estratigrafia dos depósitos Cenozóicos no Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1983.

MILANI, E. J. **Evolução tectono-estratigráfica da Bacia do Paraná e seu relacionamento com a geodinâmica fanerozóica do gondwana sul-ocidental**. 1997. 255 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

MIRANDA, E. E. de. (Coord.). **Brasil em Relevo**, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 22 set. 2011

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: USP, Instituto de Geografia, 1973.

MORINAGA, M. S. **Valoração de terras a partir de dados geoambientais: um projeto piloto em Cristais Paulista – SP**. 2010. 140 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

OLIVEIRA FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plants species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 52, n. 2, p. 141-194, 1995.

OLIVEIRA, J. B. de; **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico**. Campinas: Instituto Agronômico, 1999.

PALERMO, H. F. **Avaliação econômica e ambiental das atividades curtidoras e acabadoras de couros na região de Franca – Estado de São Paulo**. 2001. 146 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (Coord.). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte, MG: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2010.

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.

PINTO, S. A. F. **Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para a caracterização de erosão do solo no SW do Estado de São Paulo**. 1982. 103 f. Tese (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1982.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Índice de Desenvolvimento Humano**. [2003?]. Disponível em: <http://www.pnud.org.br/atlas/ranking/IDH_Municipios_Brasil_2000.aspx>. Acesso em 02 ago. 2012.

RAIJ, B. VAN. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, Potafos, 1991.

RESENDE, M; CURTI, N.; SANTANA, D. P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Brasília: Ministério de Educação, 1988.

ROGERS, J. C. Precipitation variability over the Caribbean and tropical Americas associated with the Southern Oscillation. **Journal of Climate**, Boston, v. 1, p. 172–182, 1988.

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

ROPELEWSKI, C. H.; HALPERT, S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, Boston, v. 115, p. 1606-1626, 1987.

SACHS, I. **Gestão negociada e contratual da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2000.

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

SANT'ANNA NETO, J. L. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1995. 202 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1995.

SANTOS, H. G. dos; OLIVEIRA, J. B. de; LUMBRELAS, J. F.; ANJOS, L. H. C. dos; COELHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SCHERER, C. M. S.; LAVINA, E. L. C. Stratigraphic evolution of a fluvial–eolian succession: The example of the Upper Jurassic—Lower Cretaceous Guarú and Botucatu formations, Paraná Basin, Southernmost Brazil. **Gondwana Research**, Osaka, n. 9, p. 475-484, 2006.

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, 28., 1974, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBG, 1974, v. 1, p. 41-65.

SETZER, J. **Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Comissão inter-estadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1996.

SIQUEIRA, J. O.; FRANCO, A. A. **Biotechnologia do Solo**: fundamentos e perspectivas. Brasília: MEC Ministério da Educação, ABEAS; Lavras: ESAL, FAEPE, 1988.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES PARA O GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO – SigRH. **Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para elaboração do plano da bacia hidrográfica do Sapucaí-Mirim/Grande**. 2000. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-SMG/238/reismgseg.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2011.

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. 2001. 77f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Instituto de Biociências, 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. **Acta bot. Brás**, Feira de Santana, BA. v. 20, n. 4. p. 803-813, 2006.

THORNTON, C. W. An approach toward a rational classification of climate geographical review. **Geographical Review**, New York, v. 38, n. 1, p. 55-94, jan. 1948. Disponível em: <<http://links.jstor.org/sici?sici=00167428%28194801%2938%3A1%3C55%3AAATARC%3E2.0.CO%3B2-O>>. Acesso em: 25 nov. 2011.

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

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP. Departamento de Petrologia e Metalogenia. **Estudo Geoambiental de Cristais Paulista – SP**. Rio Claro, 2011.

VEIGA FILHO, A. A.; SOUZA, M. C. M. de; MARTIN, N. B.; YAMAGUSHI, C. T.; MATSUNAGA, M. Análise de investimentos em adoção de tecnologias e conservação do solo no Estado de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 39. n. 1. p. 133-154. 1992. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1183>>. Acesso em: 18 mar. 2011.

APÊNDICE

APÊNDICE A – QUADROS DE CARACTERÍSTICAS E RECOMENDAÇÕES DE CULTURAS AGRÍCOLAS

Figura 48 - Culturas Aptas Para Todo o Município, Suas Necessidades Climáticas e Épocas de Plantio

Muito Apropriadas de acordo com o clima geral ¹	Clima (pluviosidade e temperatura)	Época de Plantio
Braquiária		
Café (altitude entre 400 e 1200m)	entre 1200 e 1800mm e média entre 18 e 22°	dez a fev
Crotalária		set a nov
Estilosantes	acima de 700mm	set a dez
Eucalipto		depende da espécie
Feijão-de-porco (sensível a geada)		out a nov
Forrageiras do gênero Cynodon	depende do cultivar	depende do cultivar
Forrageiras do gênero Panicum		
Trigo (sequeiro)	média de 20°	11 a 20 de fev
Triticale	média de 20°	15 de jan a final de fev

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 49 - Culturas Aptas Para Todo o Município e Suas Necessidades de Adubação

Muito Apropriadas de acordo com o clima geral	Adubação
Braquiária	calagem 90 dias antes do plantio (saturação por bases 40%)
Café (altitude entre 400 e 1200m)	calagem (saturação por bases 60%), NPK e micronutrientes durante e após o plantio
Crotalária	calagem
Estilosantes	calagem (saturação por bases 35%) e micronutrientes
Eucalipto	calagem
Feijão-de-porco (sensível a geada)	calagem, NPK e molibdênio
Forrageiras do gênero Cynodon	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 60%), P e K no plantio e N 40 dias após o plantio
Forrageiras do gênero Panicum	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 60%), P, S e K no plantio e N 40 dias após o plantio
Trigo (sequeiro)	calagem antes do plantio (saturação por bases 50%) e NPK
Triticale	calagem antes do plantio (saturação por bases 50%) e NPK

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 50 - Culturas Aptas Para Todo o Município, Seus Respectivos pH e Textura do Solo

Muito Apropriadas de acordo com o clima geral	pH	Textura
Braquiária	depende da espécie e cultivares	depende da espécie e cultivares
Café (altitude entre 400 e 1200m)		média a argilosa
Crotalária		arenosos
Estilosantes	tolera acidez	
Eucalipto		média
Feijão-de-porco (sensível a geada)		diferentes texturas
Forrageiras do gênero Cynodon	depende do cultivar	
Forrageiras do gênero Panicum	médio a alcalino	
Trigo (sequeiro)		argilosas
Triticale		

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 51 - Culturas Aptas Para Todo o Município e Outras Características do Solo

Muito Apropriadas de acordo com o clima geral	Outras características do solo
Braquiária	depende da espécie e cultivares
Café (altitude entre 400 e 1200m)	profundos (120cm), ricos em matéria orgânica (5%), porosos, declividade > 20% inviabilizam a mecanização por trator e utilizar de práticas conservacionistas
Crotalária	fertilidade baixa a média
Estilosantes	tolera baixa fertilidade
Eucalipto	não tolera solos compactados, algumas espécies toleram acidez elevada e baixa fertilidade
Feijão-de-porco (sensível a geada)	baixa exigência em fertilidade
Forrageiras do gênero Cynodon	férteis, profundos, ligeiramente inclinados e bem drenados
Forrageiras do gênero Panicum	férteis, profundos , ligeiramente inclinados e bem drenados
Trigo (sequeiro)	
Triticale	

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 52 - Culturas Apropriadas para o Clima Aw, Suas Necessidades Climáticas e Épocas de Plantio

(Continua)

Muito Apropriadas para o clima Aw	Clima (pluviosidade e temperatura)	Época de Plantio
Abacaxi (sensível a geadas)	entre 1000 a 1500mm	out
Abóbora-menina	entre 22 e 25 °	Agosto a Março
Algodão	entre 500 a 1500mm e média entre 25 e 30°	meados de out a dez
Amendoim-forrageiro	900 a 3500mm	out a dez
Arroz de sequeiro	entre 24 e 30°	out e nov
Banana	média superior a 1900mm e média de 28°, mínima > 18° e máx. < 34°	out
Batata-doce	entre 20 e 24°	set a fev
Berinjela	entre 18 e 25°	fev a set
Cacau	entre 1200 a 2000mm e média superior a 22°	
Calopogônio	superior a 900mm e média de 30°	out
Cana-de açúcar	regiões quentes	jan a mar
Capim-elefante	entre 800 a 4000mm e média de 18 a 30°	
Caupi ou feijão de corda	entre 20 e 30°	
Citros (necessidade de irrigação na seca)	entre 900 e 1500mm e entre 23 e 32°	dez a jan
Coco-da-baía (altitudes inferiores a 600m)	média de 1500mm e entre 18 e 34°	
Couve-chinesa	entre 20 e 25°	ano todo
Crisântemo	entre 18 e 25°	set a mar
Feijão-arroz (sensível a geada)	entre 18 e 30°	ago (com irrigação) a mar
Feijão-fava	entre 24 e 30°	set a mar
Feijão-mungo-verde	entre 28 e 30°	nov
Feijão-vagem (em regiões altas o ano todo e intolerante a geada)	entre 18 e 30°	ago a abr
Flores tropicais (helicônias, estrelícias e antúrios)	depende da espécie	depende da espécie
Girassol	entre 26 e 28°	out a fev
Gladiolo (sensível a geada)	entre 22 e 26°	
Goiaba (altitudes inferiores a 900m e sensível a geada)	entre 1000 e 1800mm e entre 23 e 28°	out a fev
Guandu (não tolera geada)	entre 20 e 30°	set a dez
Inhame ou Cará (não tolera geada)	entre 24 e 30°	jul a out
Jiló (pouco tolerante ao frio)	entre 26 e 28°	set a mar

(Conclusão)

Lentilha (sensível a geada)	entre 18 e 25°	mar
Leucena (altitudes de 150 a 1500m)	entre 700 e 4000mm e média entre 18 a 25°	set a dez
Mamão (não recomendado em declividade >20%)	entre 22 e 28°	nov
Mamona (altitude superior a 300m)	entre 600 e 700mm e superior a 23°	out a dez
Mandioca (não recomendada para altitudes > 1000m)	entre 1000 a 1500mm e média entre 25 e 30°	jun e jul
Manga (sensível a geadas)	entre 500 a 2500mm e média entre 21 e 26°	out a mar ou o ano todo com irrigação
Maracujá (não recomendado para altitudes > 900m)	entre 800 a 1700mm e média entre 25 e 30°	jan e fev
Melancia	entre 22 e 25 °	ago a mar
Melão	clima quente e temperaturas altas	
Milho	entre 25 e 30°	out e nov
Milho-pipoca	quente e úmido	set a nov
Milho-verde		set a mar
Moranga-híbrida (sensível a geada)	entre 22 e 25 °	ago a mar
Mucuna (não tolera geada)	quente de inverno suave	depende da espécie
Pepino (sensível a geada)	entre 18 e 25°	ago a mar
Pimenta (não tolera geada)	entre 25 e 30°	ago a fev
Pimenta-do-reino (alta unidade relativa do ar 80-88%)	entre 1500 e 3000mm e entre 23 e 28°	
Pimentão (sensível a baixas temperaturas e não tolera geada)	temperaturas elevadas	dez a mar
Puerária	entre 900 a 1200mm e não toleta T inferior a 18°	out a mar
Quiabo	entre 18 e 35°	ago a mar
Rosa	entre 18 e 25°	dez a mar e voltadas para o Leste
Seringueira (sensível a geada e não recomendada em altitudes > 900m)	maior que 1200mm e entre 18 e 28°	out a nov
Soja	em torno de 30°	out a dez
Sorgo	em torno de 33 e 34° e não tolera baixas temperaturas (< 10°)	out a fev
Taro (não tolera geada)	entre 18 e 27°	jul a ago
Urucum (não recomendado para altitudes > 1200m)	média superior a 1200mm e média entre 22 e 30°	jun a ago

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 53 - Culturas para o Clima Aw e Suas Necessidades de Adubação do Solo

(Continua)

Apropriações para o Aw Adubação	
Abacaxi	calagem (saturação por bases 60%), adubação orgânica, NPK e micronutrientes
Abóbora-menhina	calagem 60 dias antes do plantio
Algodão	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 60%) e adubação mineral e orgânica
Arrendoi+forrageiro	adubação com micronutrientes
Arroz de sequeiro	adubação orgânica e NPK
Banana	calagem, adubação orgânica e NPK
Batata-doce	calagem 90 a 100 dias antes do plantio, adubação orgânica e NPK
Berinjela	calagem antes do plantio (saturação por bases 80%), adubação orgânica e NPK 10 a 15 dias antes do plantio
Cacau	calagem (saturação por bases 60%), adubação orgânica e NPK
Calopogônio	calagem (saturação por bases entre 30 a 35%) e micronutrientes
Cana-de-açúcar	calagem (saturação por bases 60%), NPK e magnésio
Capim-elefante	calagem (saturação por bases 70%), NPK e zinco
Caupi ou feijão de corda	calagem (saturação por bases 80%), NPK, Cálcio, Magnésio, Enxofre e micronutrientes
Citros	calagem antes do plantio, NPK e adubação orgânica 21 a 28 dias antes do plantio e micronutrientes feita no período de vegetação das plantas
Coco-da-baía	calagem, adubação orgânica e P 45 antes do plantio, uréia e cloreto de potássio no plantio e uréia, cloreto de potássio e superfosfato simples a partir do 1º ano do plantio
Couve-chinesa	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica e fósforo 15 dias antes, N e K a cada 10 dias após a semeadura
Crisantemo	calagem, adubação orgânica e NPK
Feijão-arroz	calagem, NPK e molibdênio
Feijão-fava	calagem antes do plantio e NPK
Feijão-mungo-verde	calagem, NPK no plantio e molibdênio 20 a 30 dias após a emergência do feijão
Feijão-vagem	calagem, NPK no plantio e sulfato de amônio, uréia e molibdato de sódio 20 dias após a emergência das plantas
Flores tropicais	diferente para cada espécie
Girassol	calagem (saturação por bases 60%), adubação orgânica e NPK e boro e zinco
Gladiolo	calagem antes do plantio, adubação orgânica e NPK incorporados ao solo, sulfato de amônio aos 30 e 60 dias DAP e micronutrientes
Goiaba	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica e NPK 30 dias antes do plantio, N a cada 60 dias e a partir do 2º ano NPK parcelados em 3 vezes
Guandu	calagem no plantio (saturação por bases 30-35%) e micronutrientes
Inhame ou Cará	calagem antes do plantio (saturação por bases 60%), adubação orgânica e NPK
Jiló	calagem antes do plantio, adubação orgânica 30 dias antes do plantio, NPK, boro, zinco e S no plantio, N e K em cobertura parcelados em 4 a 6 vezes e NPK em cobertura com intervalo de 10 dias após a 1ª colheita

(Conclusão)

Lentilha	calagem (saturação por bases 70%), inoculação com rizóbio e NPK
Leucena	calagem antes do plantio e adubação orgânica e micronutrientes
Mamão	calagem 60 a 90 dias antes do plantio, adubação orgânica, uréia, NPK, boro e zinco
Mamona	calagem e NPK
Mandioca	calagem 90 dias antes do plantio, NPK 30 a 60 dias após o plantio e zinco
Manga	calagem (saturação por bases 80%), NPK, adubação orgânica, boro e zinco
Maracujá	calagem 60 a 90 dias antes do plantio, adubação orgânica, NPK
Melancia	calagem 60 dias antes do plantio, adubação orgânica 20 dias antes do plantio, NPK e boro
Melão	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 80%), adubação orgânica e P 15 dias antes do plantio, NPK no plantio e a cada 10 dias após a semeadura, boro e molibdênio no plantio
Milho	calagem 60 a 90 dias antes do plantio, NPK, enxofre e boro
Milho-pipoca	calagem, NPK e zinco
Milho-verde	calagem, N no plantio e NPK em cobertura após a 6ª folha
Moranga-híbrida	calagem 60 dias antes do plantio e adubação orgânica, NPK e boro 20 dias antes do plantio
Mucuna	calagem
Pepino	calagem 60 a 90 dias antes do plantio, adubação orgânica e NPK 20 a 30 dias antes do plantio junto com zinco e boráx caso necessário
Pimenta	calagem, adubação orgânica, NPK, boro, zinco e enxofre
Pimenta-do-reino	calagem 30 dias antes do plantio (saturação por bases 60%), adubação orgânica, superfosfato simples e termofosfato antes do plantio e NPK em intervalos mensais
Pimentão	calagem 60 dias antes do plantio, NPK, sulfato de magnésio e boro no pré plantio, adubação orgânica, sulfato de magnésio e boro no plantio e N e K a cada 15-30 dias durante a frutificação
Puerária	adubação com micronutrientes
Quiabo	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%) e adubação orgânica, NPK no plantio e após e enxofre
Rosa	calagem, adubo orgânico, NPK, sulfato de amônio e micronutrientes
Seringueira	calagem antes do plantio e a cada 2 anos, adubação orgânica no plantio, duas adubações de cobertura com NPK todo ano
Soja	calagem, NPK, enxofre e micronutrientes
Sorgo	calagem, adubação orgânica e NPK
Taro	calagem (saturação por bases 60%), adubação orgânica no plantio e NPK
Urucum	calagem (saturação por bases 50%), adubação orgânica e NPK no plantio

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 54 - Culturas Aptas Para o clima Aw, Seus Respectivos pH e Textura do Solo

(Continua)

Muito Apropriadas para o clima Aw			pH	Textura
Abacaxi (sensível a geadas)			médio (5 a 6)	arenosos
Abóbora-menina			médio a alcalino (5,5 a 6,7)	média
Algodão			médio a alcalino (5,8 a 6,8)	média
Amendoim-forrageiro			médio (4,5 a 6)	média
Arroz de sequeiro			ligeiramente ácido	
Banana			médio (6 a 6,5)	argilosos
Batata-doce				
Berinjela			médio (6 a 6,5)	
Cacau			médio (6,2)	argilosos, franco-argilosos ou franco-argilo-arenosos
Calopogônio			ácido (4,5 a 5)	
Cana-de-açúcar				
Capim-elefante				
Caupi ou feijão de corda			médio (5,5)	diferentes tipos de solo
Citros (nessecidade de irrigação na seca)				arenosa a argilosa (melhor em média)
Coco-da-baía (altitudes inferiores a 600m)			médio (6 a 6,5)	arenosas ou areno-argilosas
Couve-chinesa			médio (5,5 a 6,5)	argilosos
Crisântemo			médio (5,5 a 6)	
Feijão-arroz (sensível a geada)				diferentes texturas
Feijão-fava			médio a alcalino (6 a 7)	areno-argilosas
Feijão-mungo-verde				
Feijão-vagem (em regiões altas o ano todo e intolerante a geada)			médio (5,5 a 6,8)	médio a arenosa
Flores tropicais (helicônias, estrelícias e antúrios)			diferente para cada espécie	diferente para cada espécie
Girassol			médio (5,2 a 6,5)	diferentes texturas
Gladiolo (sensível a geada)			médio (5,5 a 6,6)	areno-argilosas
Goiaba (altitudes inferiores a 900m e sensível a geada)			médio (5 a 6)	arenosas de textura leve
Guandu (não tolera geada)			médio (5 a 6)	leves
Inhame ou Cará (não tolera geada)			médio (5,5 a 6)	arenosa a areno-argilosa
Jiló (pouco tolerante ao frio)			médio a alcalino (5,5 a 6,8)	média

(Conclusão)

Lentilha (sensível a geada)	argiloso a arenoso
Leucena (altitudes de 150 a 1500m)	ácido a médio
Mamão (não recomendado em declividade >20%)	médio a alcalino (5,5 a 6,7)
Mamona (altitude superior a 300m)	médio a alcalino (6 a 7)
Mandioca (não recomendada para altitudes > 1000m)	médio (até 7,5) e não salinos
Manga (sensível a geadas)	ligeiramente ácido (5 e 6)
Maracujá (não recomendado para altitudes > 900m)	médio a alcalino
Melancia	médio (5,2 a 6,8)
Melão	médio a alcalino (6,2 a 7)
Milho	leves ou textura média
Milho-pipoca	franco-arenosas ou argilo-arenosas
Milho-verde	tanto em arenosas como em argilosas e intermediárias
Moranga-híbrida (sensível a geada)	tanto em arenosas como em argilosas e intermediárias
Mucuna (não tolera geada)	tanto em arenosas como em argilosas e intermediárias
Pepino (sensível a geada)	argilo-arenosos
Pimenta (não tolera geada)	média
Pimenta-do-reino (alta umidade relativa do ar 80-88%)	média, argilosa e muito argilosa
Pimentão (sensível a baixas temperaturas e não tolera geada)	areno-argilosas
Puerária	
Quiabo	médio a alcalino (6 a 6,5)
Rosa	médio (5,5 a 6)
Seringueira (sensível a geada e não recomendada em altitudes > 900m)	argilosa
Soja	tanto em arenosas como em argilosas e intermediárias
Sorgo	argilosos a média
Taro (não tolera geada)	ligeiramente arenosas e areno-argilosas
Urucum (não recomendado para altitudes > 1200m)	

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 55 - Culturas Aptas Para o Clima Aw e Outras Características do Solo

(Continua)

Muito Apropriadas para o clima Aw	Outras características do solo
Abacaxi (sensível a geadas)	
Abóbora-menina	bem drenados, férteis e ricos em matéria orgânica
Algodão	profundos, ricos em matéria orgânica, permeáveis, bem drenados e de boa fertilidade
Amendoim-forrageiro	média fertilidade
Arroz de sequeiro	
Banana	bem estruturado
Batata-doce	
Berinjela	suavemente inclinado e bem drenado
Cacau	boa retenção de umidade, profundos (> 80cm) e bem drenados
Calopogônio	
Cana-de açúcar	profundos, bem drenados e férteis
Capim-elefante	
Caupi ou feijão de corda	
Citros (nessecidade de irrigação na seca)	profundos (1m), bem drenados e aerados
Coco-da-baía (altitudes inferiores a 600m)	profundos (mínimo de 100 cm), bem drenados e razoável tolerância a salinidade
Couve-chinesa	profundos, bem drenados e com boa quantidade de matéria orgânica (entre 2,5 e 3%)
Crisântemo	baixa densidade, ricos em matéria orgânica, com boa drenagem e disponibilidade de nutrientes
Feijão-arroz (sensível a geada)	boa fertilidade, retenção de água e aeração
Feijão-fava	férteis e bem drenados
Feijão-mungo-verde	
Feijão-vagem (em regiões altas o ano todo e intolerante a geada)	férteis, ricos em matéria orgânica e com baixos teores de argila
Flores tropicais (helicônias, estrelícias e antúrios)	diferente para cada espécie
Girassol	profundos

(Conclusão)

Glabíolo (sensível a geadas)	boa drenagem e permeabilidade
Goíaba (altitudes inferiores a 900m e sensível a geadas)	profundos, permeáveis e teor médio de matéria orgânica
Guandu (não tolera geadas)	secos, profundos e pouco exigente em fertilidade
Inhame ou Cará (não tolera geadas)	profundos, bem drenados e arejados
Jiló (pouco tolerante ao frio)	
Lentilha (sensível a geadas)	média fertilidade, bem drenados
Leucena (altitudes de 150 a 1500m)	tolera baixa fertilidade e acidez e não tolera encharcamento e teores elevados de alumínio trocável
Mamão (não recomendado em declividade >20%)	
Mamona (altitude superior a 300m)	topografia plana a suavemente ondulada, fértil, profundo, boa drenagem, não erodido e práticas de conservação do solo
Mandioca (não recomendada para altitudes > 1000m)	profundos, frágeis, boa drenagem e declividade máxima de 5%
Manga (sensível a geadas)	profundos, com fertilidade de média a boa, ricos em matéria orgânica, bem drenados, umidade < 60% e topografia plana a ondulada
Maracujá (não recomendado para altitudes > 900m)	profundos, férteis, de boa drenagem e topografia plana ou levemente inclinada
Melancia	
Melão	leve, solto, bem drenado e muito sensível a salinidade e a acidez
Milho	
Milho-pipoca	
Milho-verde	
Moranga-híbrida (sensível a geadas)	profundos e bem drenados
Mucuna (não tolera geadas)	pouco exigente em fertilidade
Pepino (sensível a geadas)	férteis, ricos em matéria orgânica, bem drenados em declividades com mais de 3% deve-se efetuar práticas de conservação do solo
Pimenta (não tolera geadas)	pouca declividade, bem drenados
Pimenta-do-reino (alta umidade relativa do ar 80-88%)	bem drenados, terrenos planos e suavemente ondulados
Pimentão (sensível a baixas temperaturas e não tolera geadas)	profundos, férteis, boa drenagem e bom teor de matéria orgânica
Puerária	bem drenado
Quiabo	bem drenados
Rosa	férteis, bem drenados
Seringueira (sensível a geadas e não recomendada em altitudes > 1200m)	profundos, porosos, bem drenados, boa retenção de umidade e terrenos planos ou ligeiramente inclinados (< 5%)
Soja	
Sorgo	
Taro (não tolera geadas)	boa capacidade de retenção de água, profundos e ricos em matéria orgânica
Urucum (não recomendado para altitudes > 1200m)	adaptado a uma ampla faixa edafoclimática, boa alternativa de renda para os pequenos agricultores

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 56 - Culturas Aptas Para o Clima Cwa, Suas Respectivas Necessidades Climáticas e Épocas de Plantio

Muito Apropriadas para o clima Cwa	↓↑ Clima (pluviosidade e temperatura)	↓↑ Época de Plantio
Abacate	minimo de 1200mm e média entre 16 e 21°	Outubro
Abobrinha-italiana	clima ameno sem excesso de água	ago a mar
Alface	entre 7 e 24°	depende do cultivar
Alho (clima mais frio)	entre 10 e 25°	fev a abr
Almeirão e Chicória (clima frio altas altitudes 800m)	entre 7 e 29°	ano todo
Amendoim (resistente a seca)	equatoriais a temperados	out a nov
Batata (clima ameno e moderadamente sensível a geada)	diurna 20 a 25° e noturnas 10 a 16°	set a nov em altitudes elevadas
Brócolis	(7 a 22° e cultivar de verão até 28°)	depende do cultivar
Cebola		mar a jul
Cenoura	entre 10 e 25°	depende do cultivar
Chuchu (sensível a geada)	entre 15 e 25°	ago a mar
Couve-comum (resistente a geada e tolerante ao calor)	entre 16 e 22°	ano todo
Feijão (sensível a altas > 30 e baixas temperaturas < 12)	entre 18 e 24°	out a nov (das águas)
Feijão-azuki (sensível a geada)	entre 15 e 30°	out a nov
Grão-de-bico	entre 15 e 30°	mar a abr
Morango (com exposição norte e sensível a geada)	entre 18,5 e 23,8°	final de fev a mar
Orquídeas	entre 15 e 25°	
Rúcula	regiões altas e clima ameno	ano todo
Salsa	entre 7 e 24°	ano todo
Tomate	entre 16 e 29°	dez a mar

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 57 - Culturas Aptas Para o Clima Cwa e Suas Necessidades de Adubação do Solo

Muito Apropriadas para o clima Cwa	Adubação
Abacate	calagem antes do plantio e aplicação de fertilizantes pelo menos 3 vezes na época chuvosa
Abobrinha-italiana	calagem 60 dias antes do plantio, adubação orgânica, NPK e boro 20 dias antes do plantio e exigentes em cálcio e magnésio
Alface	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70 a 80%), adubação orgânica 10 a 15 dias antes do plantio, NPK e cálcio
Alho (clima mais frio)	calagem antes do plantio, adubação orgânica, NPK e micronutrientes em todo o período do cultivo
Ameirão e Chicória (clima frio altas altitudes 800m)	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%) e adubação orgânica
Azido (resistente a seca)	calagem 60 a 90 dias antes do plantio (saturação por bases 60%), NPK, molibdato de amônio e é muito exigente em cálcio
Batata (clima ameno e moderadamente sensível a geada)	calagem durante o preparo do solo, NPK no plantio e após e em solos pobres em zinco e boro recomenda-se a aplicação dos mesmos no plantio
Brócolis	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica e NPK 15 dias antes do plantio, NPK após o plantio e exigente em boro e molibdênio
Cebola	calagem (saturação por bases 70%), adubação orgânica, NPK, sulfato de magnésio e zinco e boráx
Cenoura	calagem (saturação por bases 60-70%), adubação orgânica e NPK 5 a 10 dias antes do plantio junto com boro e zinco se necessário
Chuchu (sensível a geada)	calagem 60 dias antes do plantio, termofosfato magnésiano ou fosfato de rocha moída 6 meses antes do plantio, adubação orgânica 20 dias antes do plantio e NPK no plantio
Couve-comum (resistente a geada e tolerante ao calor)	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica e fósforo 15 dias antes, N e K a cada 10 dias após a semeadura, molibdênio e boro 15-20 dias após o plantio e a cada 2 meses
Feijão (sensível a altas > 30 e baixas temperaturas < 12)	calagem, NPK no plantio e molibdênio 20 a 30 dias após a emergência do feijão
Feijão-azuki (sensível a geada)	calagem, NPK e molibdênio
Grão-de-bico	calagem, NPK e exigente em cálcio
Morango (com exposição norte e sensível a geada)	calagem (saturação por bases 80%), NPK e adubação orgânica 25-30 dias antes do plantio e micronutrientes na segunda florada
Orquídeas	NPK uma vez por semana nas estações mais quentes e a cada 15 dias nos períodos mais frios
Rúcula	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica 15-20 dias antes do plantio, NPK antes da semeadura, nitrato de cálcio a cada 10-15 dias e sulfato de amônio após a colheita das folhas
Salsa	calagem antes do plantio, adubação orgânica 30 dias antes plantio e NPK 30-40 dias após a semeadura e repetida após a cada corte
Tomate	calagem antes do plantio, adubação orgânica, 5% do NPK no plantio e o restante semanalmente, boro e zinco, caso ocorra podridão apical aplicar cloreto de cálcio semanalmente

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 58 - Culturas Aptas Para o Clima Cwa, Seus Respetivos pH e Textura do Solo

Muito Apropriadas para o clima Cwa	pH	Textura
Abacate	médio	média
Abobrinha-italiana	médio a alcalino (5,7 a 6,8)	fina (argilosos)
Alface	alcalino (6 a 6,8)	leve
Alho (clima mais frio)	médio a alcalino (6 a 6,5)	média
Almeirão e Chicória (clima frio altas altitudes 800m)	médio a alcalino (6 a 6,5)	média
Amendoim (resistente a seca)	médio a alcalino	leve a argilosos
Batata (clima ameno e moderadamente sensível a geada)	médio (5,5 a 6)	leve
Brócolis	alcalino (6 a 6,8)	argilo-arenosos
Cebola	médio a alcalino (6 a 6,5)	arenosos
Cenoura	médio a alcalino (6 a 6,5%)	média a arenosa
Chuchu (sensível a geada)	tolera acidez	areno-argilosos
Couve-comum (resistente a geada e tolerante ao calor)	médio (5,5 a 6,5)	argilosos
Feijão (sensível a altas > 30 e baixas temperaturas < 12)		
Feijão-azuki (sensível a geada)	médio (5 a 7,6)	média
Grão-de-bico	médio a alcalino (5,5 a 8,5)	média a arenosa
Morango (com exposição norte e sensível a geada)	médio (5,8 a 6,5)	silico-arenosos
Orquídeas		
Rúcula	médio a alcalino (6 a 6,8)	
Salsa	médio a alcalino (5,5 a 6,8)	média
Tomate	médio (5,5 a 6)	média

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 59 - Culturas Aptas Para o Cwa e Outras Características do Solo

Muito Apropriadas para o clima Cwa	Outras características do solo
Abacate	profundos, permeáveis e bem drenados
Abobrinha-italiana	bem drenados, férteis e ricos em matéria orgânica
Alface	drenados, férteis e com bom teor de matéria orgânica
Alho (clima mais frio)	ricos em matéria orgânica, boa drenagem
Almeirão e Chicória (clima frio altas altitudes 800m)	rico em matéria orgânica e férteis
Amendoim (resistente a seca)	bem drenados, profundos e adoção de práticas conservacionistas para o controle da erosão (curvas de nível e terraços)
Batata (clima ameno e moderadamente sensível a geada)	profundo, bem estruturado e drenado e de boa fertilidade (plantar no inverno com irrigação)
Brócolis	bem drenados, profundos e boa quantidade de matéria orgânica (2,5 a 3%)
Cebola	profundos e bem drenados
Cenoura	profundos, bem drenados e férteis
Chuchu (sensível a geada)	profundo, bem drenados, aerados, leves, férteis, com bom teor de matéria orgânica e em declividades > 3% adotar práticas conservacionistas
Couve-comum (resistente a geada e tolerante ao calor)	profundos, bem drenados e com boa quantidade de matéria orgânica (entre 2,5 e 3%)
Feijão (sensível a altas > 30 e baixas temperaturas < 12)	não tolera solos compactados
Feijão-azuki (sensível a geada)	com matéria orgânica
Grão-de-bico	bem drenados e sensível a salinidade
Morango (com exposição norte e sensível a geada)	bem drenados, não tolera solos compactados, profundos, frescos, ricos em matéria orgânica, férteis, adotar práticas conservacionistas e inclinação de 2 a 3%
Orquídeas	
Rúcula	ricos em matéria orgânica e bem drenados
Salsa	ricos em matéria orgânica e bem drenados
Tomate	topografia suave inclinada, bem estruturado, boa drenagem, ricos em matéria orgânica e ensolarado

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 60 - Culturas Aptas Para o Clima Cwb, Suas Respectivas Necessidades Climáticas e Épocas de Plantio

Muito Apropriadas para o clima Cwb	↓ ↑ Clima (pluviosidade e temperatura)	↓ ↑ Época de Plantio
Agrião (em regiões serranas, com irrigação)		ano todo
Batata-baroa ou mandioquinha-salsa	média de 600mm e entre 10 e 21° e inferior a 25°	jan a mai
Beterraba	entre 16 e 20°	mar a jul
Caqui	ameno	
Cevada (altitudes superiores a 800m)	clima de inverno	maio
Couve-flor (sensível a geada)	depende do cultivar	depende do cultivar
Ervilha		mar a set
Figo (altitudes superiores a 700m)	média de 1200mm e entre 20 e 25°	depende do tipo de muda
Lichia (não tolera geada e devem ser plantadas no sentido norte e sul)	entre 1250 e 2000mm e mínima entre 8 e 14°	out a fev
Maçã	temperado e entre 15 e 20°	jul a ago
Marmelo (altitude superior a 700m)	frio	depende do tipo de muda
Noz macadâmia	entre 1200 a 1800mm e média entre 23 e 25°	out a mar
Oliveira (altitude até 1300m)	superior a 500mm e temperado quente (8 a 30°)	out a fev
Pêssego, nectarina e ameixa (entre 600 e 1300m de altitude)	frio	jun a ago
Rabanete	entre 13 e 20°	depende do cultivar
Repolho	entre 15 e 21°	depende do cultivar
Uva	entre 500 e 1200mm e entre 15 e 30°	julho

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 61 - Culturas Aptas Para o Clima Cwb e Suas Necessidades de Adubação do Solo

Muito Apropriadas para o clima Cwb	Adubação
Agrão (em regiões serranas, com irrigação)	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%) e adubação orgânica
Batata-baroa ou mandioquinha-saca	calagem de 60 a 90 dias antes do plantio, adubo orgânico no plantio, são exigentes em cálcio, magnésio e boro e não toleam excesso de Nitrogênio
Beirerraba	calagem antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica, NPK e micronutrientes no plantio e NPK após o plantio também
<i>Caqui</i>	calagem (saturação por bases 70%), NPK e adubação orgânica no pré-plantio
Cevada (altitudes superiores a 800m)	calagem antes do plantio (saturação por bases 50%), adubação de manutenção com P e K, e N 1/3 na semeadura e o restante em cobertura na fase de perfilhamento
Couve-flor (sensível a geada)	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica e P 15 dias antes do plantio, N e K 20% junto com o P e o restante a cada 20 dias após a semeadura e aplicação de boro e molibdênio
Ervilha	calagem (saturação por bases entre 60 e 80%), NPK e adubos contendo zinco, boro e molibdênio
<i>Figos (altitudes superiores a 700m)</i>	calagem antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica e NPK no plantio
Lic'ha (não tolera geada e devem ser plantadas no sentido norte e sul)	adubação orgânica e P 45-60 dias antes do plantio, NPK a partir do 1º ano e cálcio, magnésio, enxofre, ferro, manganês, boro, zinco e cobre
Maçã	calagem 90 dias antes do plantio, P antes do plantio, boro P e K no pré plantio, NPK a partir do 1º ano e cálcio a partir do 5º ano
Marmelo (altitude superior a 700m)	calagem (saturação por bases 70%), P, K e adubação orgânica 60 dias antes do plantio, adubação orgânica e P anualmente antes de abril e NPK após o 1º ano de plantio
<i>Noz macadâmia</i>	calagem e adubação orgânica 60 dias antes do plantio e NPK
Oliveira (altitude até 1300m)	calagem, adubação orgânica e P no plantio, superfosfato simples, sulfato de amônio e cloreto de potássio no 1º 2º e 3º ano e boráx, sulfato de zinco calcário nos 2º e 3º anos
<i>Pêssego, nectarina e ameixa (entre 600 e 1300m de altitude)</i>	calagem e adubação 60 dias antes do plantio, NPK e adubo orgânico junto com o plantio
Rabete	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica e P 15 dias antes do plantio, N e K a cada 10 dias após a semeadura e bórax
Repolho	calagem 60 dias antes do plantio (saturação por bases 70%), adubação orgânica e P 15 dias antes do plantio e NPK no plantio
<i>Uva</i>	calagem 6 meses antes do plantio (saturação por bases 80%), P, K e boro pouco antes do plantio, matéria orgânica a cada 3 anos, N após o 1º ano, NPK após o 1º ano e N e boro após a colheita

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Figura 62 - Culturas Aptas Para o Clima Cwb, Seus Respectivos pH e Textura do Solo

Muito Apropriadas para o clima Cwb	pH	textura
Agrão (em regiões serranas, com irrigação)	médio a alcalino (6 a 6,8)	argilosos
Batata-baroa ou mandioquinha-salsa	médio (5 a 6,5)	leve
Beterraba	neutro (6 a 8)	areno-argilosos
Caqui	média (5,5 a 6)	média a argilosa
Cevada (altitudes superiores a 800m)	médio a alcalino (> 5)	leves
Couve-flor (sensível a geada)	médio (6 a 6,8)	argilo-arenosas
Ervilha		
Figo (altitudes superiores a 700m)	médio (5,6 a 6,8)	areno-argilosas
Lichia (não tolera geada e devem ser plantadas no sentido norte e sul)	levemente ácidos	
Maçã	médio (5,5 a 6)	média a argilosa
Marmelo (altitude superior a 700m)	médio	média
Noz macadâmia	ácido a médio (4,5 a 6,5)	média a argiloso
Oliveira (altitude até 1300m)	médio (superior a 5,5)	média
Pêssego, nectarina e ameixa (entre 600 e 1300m de altitude)	alcalino (6 a 6,5)	média
Rabanete	médio a alcalino (5,5 a 6,8)	areno-argilosos
Repolho	médio a alcalino (5,8 a 6,5)	arenosos ou argilosos
Uva		médio a arenosos

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

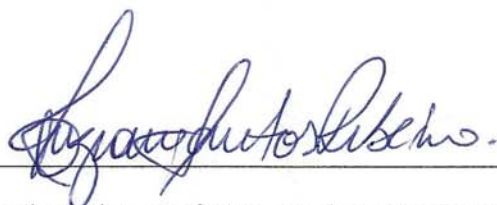
Figura 63 - Culturas Aptas Para o Clima Cwb e Outras Características do Solo

Muito Apropriadas para o clima Cwb	Outras características do solo
Agrião (em regiões serranas, com irrigação)	férteis e alta capacidade de retenção de água
Batata-baroa ou mandioquinha-salsa	bem drenados, não compactados, bom teor de matéria orgânica e ligeiramente inclinados
Beterraba	bem drenado e com matéria orgânica
Caqui	férteis, profundos e bem drenados
Cevada (altitudes superiores a 800m)	exigente em fertilidade, nutrientes e matéria orgânica sensível a presença de alumínio trocável
Couve-flor (sensível a geada)	profundos, bem drenados e com boa quantidade de matéria orgânica (2,5 e 3%)
Ervilha	
Figo (altitudes superiores a 700m)	profundos, bem drenados, boa capacidade de retenção de água e bom teor de matéria orgânica
Lichia (não tolera geada e devem ser plantadas no sentido norte e sul)	profundos, boa drenagem, rico em matéria orgânica e não salinos
Maçã	profundos, permeáveis, bem drenados e pouca declividade
Marmelo (altitude superior a 700m)	profundos, boa fertilidade e alto teor de matéria orgânica
Noz macadâmia	profundos e com bom potencial de reserva de água
Oliveira (altitude até 1300m)	profundos e bem drenados
Pêssego, nectarina e ameixa (entre 600 e 1300m de altitude)	profundos, permeáveis, bem drenados e relativamente férteis
Rabanete	profundos, bem drenados e com boa quantidade de matéria orgânica (entre 2,5 e 3%)
Repolho	profundos, bem drenados e com boa quantidade de matéria orgânica (entre 2,5 e 3%)
Uva	não tolera solos compactados e ácidos e boa drenagem

Fonte: Elaborada pelo autor e adaptado de PAULA JÚNIOR & VENZON, 2010

Orientador: Prof. Dr. Jairo Roberto Jiménez-Rueda

Unesp/Rio Claro

A handwritten signature in blue ink, reading "Luziane Santos Ribeiro", is written over a horizontal line.

Co-orientador: Profª Dra. Luziane Santos Ribeiro

UFU/Monte Carmelo

Aluna: Mayara Nicolau Ferreira