UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

VARIABILIDADE ESPACIAL DE PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA CAMADA ORGÂNCIA SUPERFICIAL DO SOLO EM UM ECÓTONO CERRADO-PASTAGEM NA MICROBACIA DO RIO PÂNTANO (SELVIRIA-MS)

Jaime Enrique de Jesus Badel Mogollon
Biólogo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

VARIABILIDADE ESPACIAL DE PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA CAMADA ORGÂNCIA SUPERFICIAL DO SOLO EM UM ECÓTONO CERRADO-PASTAGEM NA MICROBACIA DO RIO PÂNTANO (SELVIRIA-MS)

Jaime Enrique de Jesus Badel Mogollon

Orientador: Prof. Dr. João Antonio Galbiatti

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Ciência do Solo).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2007

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Jaime Enrique de Jesús Badel Mogollón. Nascido em 16 de janeiro de 1968, em Corozal, Sucre, Colômbia. É Biólogo formado pela Universidade de Antioquia (Colômbia), departamento de Biología, em agosto de 1999. Vinculado à Fundação Neotrópicos desde janeiro de 1995. trabalhou como biólogo e foi coordenador de projetos dessa Instituição até junho de 2004. MESTRE em Avaliação de Impactos Ambientais, formado pelo Instituto de Investigaciones Ecológicas - INIEC- de Málaga (Espanha), em 2004. Iniciou estudos de pósgraduação em nível de MESTRADO na linha de pesquisa em manejo e conservação do solo e da água de suelos y agua, na área de concentração em Ciência do Solo do curso de Agronomia da Universidade Estadual Paulista - UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Câmpus Jaboticabal, sob a orientação do Prof. Dr. João Antonio Galbiatti.

Dedico este trabalho
à minha esposa, Lynda Tamayo,
por todo seu amor,
à Janine, minha filha,
parceirinha que me encheu
de energia cada vez que o cansaço
tomou conta de mim,
e, sobretudo, à minha mãe espiritual,
Shri Mataji Nirmala Devi,
quem conhece totalmente
os segredos da mãe terra,
Shri Bhumi Devi.

Sobre tí, amada Madre Tierra
estamos en este cruce del destino del hombre.
Solamente gracias a tu gentil amor por tus niños,
estamos aquí ahora.
Nos has mantenido amablemente
Nos has dado comida, agua, ropas y cobijo.

Amada Madre Tierra,
con nuestras cabezas inclinadas
te damos las gracias.
Y con nuestras cabezas inclinadas
venimos a Tí humildemente
pidiéndote más apoyo y fortaleza
en estos largos días venideros.

Amada Madre Tierra,
ahora que hemos crecido un poco
y estamos más firme cada día,
te pedimos que nos ayudes a limpiar el camino
a medida que andamos adelante.

Deseamos que todas las tierras se limpien,
y así sobre tí,
amada Madre Tierra,
la gente con rectitud volverá a su Divina casa.

AGRADECIMENTOS.

À Universidade Estadual Paulista, Câmpus Jaboticabal, pela oportunidade de fazer estudos de mestrado

Ao professor Dr. João Antônio Galbiatti, por aceitar-me como orientado e por tudo o que tem ensinado para mim e por toda sua confiança. Fico especialmente grato pelo grande apoio para este trabalho (cujos defeitos só se devem a mim).

À professora Teresa Cristina Tarlé Pissarra, por toda sua paciência e sua co-orientação para este trabalho.

Aos professores do pós-graduação de Ciência do Solo, UNESP-Jaboticabal, doutores Marcílio Vieira Martins Filho, José Eduardo Corá, Célia Regina Paes Bueno e Itamar Andrioli, pela paciência para me ensinar o mundo dos solos.

À CNPq pelo apoio conferido através da sua bolsa de estudos

Aos senhores Antônio César Garcia Torres e Valentím Paris, pela grande e inestimável ajuda no trabalho de campo .

À professora Célia Regina Gouveia de Souza, cujas correções técnicas foram inestimáveis para conseguir uma melhor compreensão deste trabalho.

A aquele que nem lembro mais, que me disse: "o conhecimento não ocupa espaço".

E em, especial à minha esposa Lynda Tamayo Arango, que não só deu apoio moral e paciência, mas também na ajuda na revisão e correção de textos, tanto em inglês quanto português.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS
LISTA DE TABELAS
RESUMO
SUMMARY
1 INTRODUÇÃO 1
1.1 Contexto espacial e antrópico da bacia do rio paraná 1
1.2 Contexto espacial e antrópico da microbacia do rio pãntano 2
2. REVISÃO DE LITERATURA 3
2.1 O conceito de écótono 3
2.2 O conceito de variabilidade espacial do solo 5
2.3 A abordagem do problema 6
2.4 Análise da variabilidade estatística das propriedades físicas e químicas da camada orgânica superficial do solo 8
2.4.1 O contexto da análise da variabilidade física e química do solo 8
2.4.2 Características físicas e químicas do solo no cerrado 9
3 OBJETIVOS 10
3.1 Geral 10
3.2 Específicos. 10
4 HIPÓTESE 10
4.1 Nula 10
4.2 Alternativa 10
5 árEA DE ESTUDO 10
5.1 Localização 10
5.2 Classificação fisionômica do cerrado 13
6. Material e métodos 16
6.1 A amostragem 16
6.2 Critérios para a análise física do solo 21
6.3 Critérios para a análise química do solo 21
6.4 Testes estatísticos 24
6.5 Determinação do risco ecológico das zonas 24
7. RESULTADOS E DISCUSÃO 28
7.1 Análise física e química do solo 28
7.1.1 Análise física 28
7.1.1.1 Análise estatística do componente físico do estudo 28
7.1.1.2 Interpretação ecológica do componente físico do estudo 35
7.1.2 Análise química 37
7.1.2.1 Análise estatística 37

7.1.2.2 Comparações entre zonas 50
7.1.2.3 Interpretação ecológica 52
8 DETERMINAÇÃO DO RISCO ECOLÓGICO DAS ZONAS 57
9 CONCLUSÕES 65
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 67

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

			Pág
Figuras	1	Mapa da rio Paraná ao longo do estado de São Paulo	11
	2	Imagen de satélite da bacia do rio Paraná	12
	3	Panorámica do rio Paraná	13
	4	Rio Paraná após UHE Ilha Solteira	13
	5	Barragem HUE Ilha Solteira	13
	6	Gradiente fisionômico do cerrado	14
	8	Cerrado em limite com pastagem	14
	9	Interior de cerrado	14
	10	Panorámica do cerrado	14
	11	Boçorocas	15
	12	Côdea típica de árvores do cerrado	15
	13	Aspecto da vegetação foliar	15
	14	Imagem estado atual da área de estudo	17
	15	Malha regular retangular para amostragem	17
	16	Imagem de satélite da área de estudo	18
	17	Destaque da área de estudo	18
	18	Trazado de amostragem com teodolito	19
	19	Marcação pontos de amostragem	19
	20	GPS usado na amostragem	19
	21	Matriz referencial para risco ecológico	27
	22	Perfil altitude área de amostragem	29
	23	Declividade área de amostragem	29
	24	Histograma D° para pastagem	30
	25	Valores normais esperados vs observados para declividade	30
	26	Mínimos e máximos para declividade para pastagem	31
	27	Desvío padrão e classes dos valores de declividade para pastagem	31
	28	Cuva normal para declividade para cerrado	32
	29	Normalidade esperada para cerrado	32
	30	Desvio padrão da declividade para cerrado	33
	31	Mínimos e máximo de densidade para pastagem	33
	32	Normalidade da densidade para pastagem	34
	33	Média da densidade para pastagem	34
	34	Distribuição normal da densidade para cerrado	35
	35	Média da densidade para cerrado	35
	36	Valores da densidade no eixo central da área de amostragem	35
	37	Box & Whisker plot das amostras compostas, área de pastagem	38
	38	Box & Whisker plot das amostras simples, área de pastagem	38
	39	Valores de normalidade das variáveis químicas, pastagem	44

	40	Box & Whisker Plot propriedades químicas do solo, amostras compostas, cerrado	46
	41	Box & Whisker Plot propriedades químicas do solo, amostras simples, cerrado	46
	42	Valores de normalidade das variáveis químicas, cerrado	49
	43	Box & Whisker Plot propriedades químicas do solo, cerrado e pastagem	51
	44	Variação dos valores de pH na área de amostragem	52
	45	Valores de acidez para amostras simples na área de amostragem	53
	46	Variação entre V% observado e esperado na área de amostragem	54
	47	Valores de T, amostras simples, área de amostragem	56
	48	Valores de M.O, amostragem simples, área de amostragem	57
	49	Perfis das variáveis químicas, área de amostragem	58
	50	Classificação das coberturas vegetais do fragmento de cerrado e pastagem	61
	51	Classificação das coberturas vegetais segundo sua sensibilidade ecológica	62
	52	Classificação das coberturas vegetais de acordo com a intensidade potencial de efeitos	63
	53	Mapa de risco ecológico	64
Tabelas	1	Relação aproximada entre V%, pH e m%	22
	2	Classes de interpretação de fertilidade do solo	22
	3	Sensibilidade ecológica, pastagem, ecótono cerrado-pastagem, interior de cerrado	59
	4	Intensidade potencial de efeitos na pastagem, ecótono cerrado-pastagem, interior de cerrado	60
	5	Risco ecológico na matriz de pastagem, ecótono cerrado-pastagem, interior de cerrado	60
Anexos	1	Quadros de dados	77
	2	Quadros estatística descritiva	82

VARIABILIDADE ESPACIAL DE PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA CAMADA ORGÂNCIA SUPERFICIAL DO SOLO EM UM ECÓTONO CERRADO-PASTAGEM, NA MICRO-BACIA DO RIO PÂNTANO (SELVÍRIA-MS)

RESUMO. Foi feita uma análise da variabilidade das propriedades químicas (pH-$CaCl_2$, M.O., P em resina, K, Ca, SB, H+Al, T e V%) e físicas (Declividade, Densidade do solo) da camada orgânica superficial do solo, num fragmento de bosque tipo cerrado, localizado dentro de uma matriz de áreas de pastagem, na bacia média do rio Paraná. Os valores registrados indicaram uma deficiência geral dos nutrientes, tanto na área de pastagem, quanto do cerrado. Neste último, existe uma relação entre as propriedades físicas e químicas do solo e o relevo no terreno ($p<0.05$). Os valores das propriedades químicas apresentaram-se com menor dispersão nas áreas mais planas, com respeito às áreas côncavas ou convexas. Na área de pastagem não foi possível detectar padrão algum para a variabilidade nos valores encontrados. O maior risco de deterioro das propriedades estudadas, está, en teoria, na sua perda ao longo prazo por lixiviação, sobre tudo da fase trocável do K. A acidez do solo e troca de cátions são as variáveis mais afetadas pela atividade humana, e, por extenso, determinantes da vulnerabilidade ecológica no cerrado.

Palavras chave: *Variabilidade física e química, ecótono, risco ecológico*

SPATIAL VARIABILITY OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SUPERFICIAL SOIL ORGANIC LAYER IN THE "CERRADO-PASTURE" ECOTONE, IN THE SMALL- WATERSHED OF RIO PANTANO (SELVÍRIA, MS)

SUMMARY. A variability analysis of the superficial soil organic layer chemical and physical properties in a fragment “cerrado” type, localized inside a matrix of pastures areas, in the Paraná River middle basin was done. Recorded values showed a general deficiency of nutrients in both pastures and “cerrado” areas. In the last one exists a relationship between the chemical and physical soil properties and the relief ($p<0.05$). Chemical properties showed values close to the expected for bed areas and smaller values from the expected in concave and convex areas. In the pasture areas there was no pattern of variability between the values. Ecologically, the “cerrado” area is under high vulnerable condition due to the antropic pressure that the pasture matrix exerts. In theory, the greater risk of the investigated properties is their lost in the long-term by lixiviation, especially in K (change fase). The soil acidity and the interchanging of cations are the more affected variables by the human activity and, therefore, they determinate the ecological vulnerability of the "Cerrado".

Keywords: *Fisical and chemical variability, ecótono, ecological risk.*

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTO ESPACIAL E ANTRÔPICO DA BACIA DO RIO PARANÁ

O rio Paraná, que corre sobre a bacia sedimentar do Paraná e Chaco e formado pela conjunção dos rios grande e Paranaíba, é considerado um dos maiores e mais importantes rios de América do Sul. Ele drena, ao longo de seus 4.000 km de comprimento, uma grande bacia de 2.600.000 km^2, que inclui várias regiões com diferentes características, tanto geomorfológicas quanto climáticas e ambientais (IRIONDO, 2004). Tal bacia drena grande parte do centro sul da América do sul, entre as coordenadas 18–34ºS; 45–68ºW (ANGELINI & AGOSTINHO, 2005).

O substrato geológico da calha fluvial do alto curso do rio Paraná é constituído por basaltos da Formação Serra Geral (JK) e por arenitos das formações Santo Anastácio e Caiuá, do Grupo Bauru (K). Os basaltos ocorrem à montante até a região de Três Lagoas, e à jusante a partir de Guaíra para o sul. A área de menor taxa de soerguimento é responsável pela preservação dos arenitos do Grupo Bauru, sobre os quais o rio corre por mais de 450 Km, de Três Lagoas até Guaíra (SOUZA & STEVAUXI, 2000).

Ao longo do rio Paraná e seus afluentes se apresenta um complexo de ecossistemas nos quais, além de uma alta e especial diversidade, ocorre uma forte interdependência de quase todas as espécies de plantas e animais com o fluxo das águas.

Tradicionalmente, pela grande qualidade dos solos dessas áreas, elas se constituíram também em terras de grande atrativo para o setor agropecuário. A modernização dessa agropecuária, entretanto, trouxe a divisão de terras, variedades exóticas de capim e a necessidade de interferir no fluxo das águas com pequenas

represas, estradas, dragagens e drenagens, além de difundir o uso de pesticidas (ECOTRÓPICA, 2000), por não falar das interferências produzidas por grandes barragens ao serviço do setor hidrelétrico.

Uma dessa barragens é a construída para a Hidrelétrica de Ilha Solteira, a qual obviamente alterou a dinâmica dos rios que vazam na área ocupada pela lagoa que forma, entre eles o rio Pântano, onde pertence o fragmento de cerrado escolhido como área de trabalho.

1.2 CONTEXTO ESPACIAL E ANTRÔPICO DA MICRO-BACIA DO RIO PÂNTANO

O rio Pântano é um rio de terceira órdem, de aproximadamente 60 km de comprimento, e que drena a última microbacia do rio Paraná, justo antes da barragem da hidrelétrica mencionada no numeral anterior. Tais alterações incluem tanto aspectos de seu componente físico, quanto biológicos-ecológicos e antrópicos (SOUZA & STEVAUXl, 2000).

Um desses aspectos tem a ver com a aparição de áreas de interferência física antes não existentes, entre o sistema hídrico e terrestre, com conseqüencias diretas no sistema ecológico, composto por fragmentos de mata de cerrado neste caso. Tais áreas são reconhecidas como áreas de tensão, por causa do alagamento periódico de áreas antes não inundáveis (dependente do nível da represa, não do pulso do rio), ao longo de aproximadamente 30 km de seu comprimento, com as esperáveis modificações estructurais e funcionais da assembléia na zona de contato. Por definição, uma área de tensão dessa natureza, deve-se considerar como um ecótono (NEIFF, 2003).

Completando esse panorama, existe ainda um fator de tensão causado pelo fator antrópico na fase terrestre, representado na zona pelas grandes áreas de pastagem que criou uma matriz na qual ficaram imersos os poucos fragmentos de cerrado que ainda permanecem em pé no município de Selvíria.

Esses estados se podem evidenciar de duas maneiras, sob uma análise espacial e/ou temporal da variabilidade de uma ou varias variáveis relacionadas. A camada superior de matéria orgânica rsulta neste caso um execelente indicador, já que seu caráter efêmero é produto da dinâmica mesma dos ciclos envolvidos para a re-incorporação de nutriêntes ao sistema, como variável temporal, e as diferencias decorrentes dos diferentes tipos de cobertura vegetal (natural ou antrópico) ou seus estádios sussecionais, desde o ponto de vista espacial (PINHEIRO el. al, 2003).

Tendo em conta essas considerações, determinou-se como objetivo para este trabalho Inferir os efeitos ecológicos em um fragmento florestal (cerrado) por sua vizinhança com áreas de uso pecuário, baseado na variabilidade física y química da camada orgânica superficial do solo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O CONCEITO DE ECÓTONO

O conceito de, *ecótono* foi originado no estudo da vegetação terrestre, e criado por CLEMENTS (1095) para definir uma "associação de transição produzida por outras duas, por invasão mútua". No entanto, através do tempo o termo já serviu para caracterizar sistemas de estrutura e função distintos aos chamados como tal por Clements, sendo dado inclusive uma equivalência ao termo "interface", comúnmente encontrado na literatura de língua inglesa para referir-se às áreas de contato entre florestas e pastagens por como é o caso que nos ocupa. Nesse caso, resulta aceitável o uso do termo se a área cumpre com as duas condições necessárias para um ecótono: Que seja uma área de transição entre duas comunidades, e ainda, que exista tensão entre elas.

A primeira condição se cumpre quando há valores intermediários para a estrutura do conjunto de organismos em questão, como resposta às mudanças espaciais ou por

por algum fator estocástico, ou ainda como consequëncia do contato de dois ambientes de procedência e qualidade distintas, sem que a distribuição das populações se devam a fatores de competição. Esta última é característica de fatores externos´`as taxas de mudanã das populações em contato (NEIFF, 2003).

A segunda condição (tensão) é mais difícil de cumprir quando se trata da interfase entre uma floresta e áreas de pastagem, posto que implica uma interferência de uma sobre a outra (competição direta, sensu ODUM, 1972), dando como resultado uma área de transição (NEIFF, 2003). Todavía, em áreas antropizadas cuja manutenção é negligenciada, resulta evidente que há sim uma relação de competição espacial na área de contato entre a pastagem e a floresta (cerrado neste caso). Tal foi o caso da área de amostragem escolhida, a qual a atividade de manutenção durante os últimos dez anos pelo menos, mantém-se com área de pastagem graças à atividade de pastoreo e tráfego do gado só.

Neste trabalho, o termo ecótono é usado sensu DAUBENMIRE (1968) e GOPAL (1994), isto é, no sentido de transição entre dois sistemas bem diferentes, que, segundo a maior ou menor gradação entre as comunidades vegetais, ocorre uma transição abrupta como resultado da descontinuidade (NEIFF, 2003).

Além da questão semântica, o significado de ecótono como área de tensão muito instável, sem padrões próprios de variabilidade e cuja estrutura depende inteiramente das tensões que impõem duas comunidades adjacentes, é condição *sine quanum* que sejam muito pouco previsíveis (NEIFF, 2003).

Essa não-previsivilidade é questionável quando visadas as condições físicas e químicas do solo que permitem a uma área dada permanecer nesse estado, o que resulta mais fácilmente de destacar quando analisada a capa superficial de matéria orgânica.

2.2 O CONCEITO DE VARIABILIDADE ESPACIAL DO SOLO

A variabilidade espacial do solo é entendida como variação das suas propriedades dentro das unidades taxonômicas e/ou do mapeamento deles. Ela pode ser dividida em duas categorias: variabilidade *sistemática* e variabilidade *aleatória* (ORTIZ, 2002). Nas duas, apresenta-se a condição freqüentemente de assimetria dos elementos da natureza, conhecido como anisotropia. Trata-se da variabilidade ou distribuição espacial de tais elementos, quando ocorrem mais intensamente numa direção (GERBI CAMARGO et al, 2001).

A primeira categoria é definida por fatores *extrínsecos* a ela, tais como a mudança gradual ou acentuada das propriedades do solo como função da paisagem, aspectos morfológicos, fatores de formação e/ou do próprio manejo do solo pelo homem; a segunda (aleatória), é definida pelas mudanças nas propriedades *intrínsecas* do solo, podendo-se dar por decorrência litológica diferencial, intensidade do intemperismo, erosão, fatores biológicos, hidrologia diferencial, etc (WILDING & DREES, 1983; BERTSCH et al. 2002, apud HENRÍQUEZ et al, 2005; ORTIZ, 2002; CARVALHO et al, 2003). O objetivo trazado para este trabalho tenta uma abordagem do tema sob a primeira categoria, para um sistema de transição (ecótono) entre um ambiente natural (cerrado) e uma área antropizada (pastagem).

Parte do processo de retorno de matéria orgânica e de nutrientes para o solo florestal se dá através da produção de serrapilheira e a camada superior de matéria orgânica, sendo esta considerada o meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (TUNDIS et. al, 2004).

Mudanças na dinâmica da matéria orgânica do solo são esperadas quando intervindas, tanto nas propriedades químicas quanto físicas e biológicas (FERREIRA CUNHA et. al, 2001).

Por essa causa, a utilização do manejo agrícola convencional em solos pertencentes ao bioma cerrado, tem acarretado tais modificações nas suas propriedades. Já outras pesquisas concluíram que na área de estudo, tais modificações induziram uma substancial alteração no equilíbrio original solo-planta, com uma concomitante mudança na composição da serrapilheira (NASCIMENTO el tal, 1992).

Uma maneira de detalhar se a dinâmica dessas mudanças pertence a fatores extríncecos ou intrínciceos é através do seguinte esquema: as mudanças atribuíveis ao processo dinâmico normal devem seguir um padrão de continuidade espacial (GERBI CAMARGO, et al, 2007), pelo qual, a existência de uma correlação linear entre duas variáveis que apresentam dependência espacial, permite utilizar a informação estrutural contida em uma delas, para estimar com maior precisão a segunda (ORTIZ, 2002; ESCRIBANO VILLA & PAZ GONZÁLEZ, 2003).

Usualmente, uma forte dependência espacial dos atributos do solo é atribuída aos fatores *intrínsecos*, ao passo que, aos *extrínsecos*, pode-se atribuir fraca dependência (Cambardella et al., 1994, apud CARVALHO et al, 2003).

Por tudo o anterior, espera-se que seja a camada superficial de matéria orgânica o componente do solo onde melhor se reflete a dinâmica das mudanças devidas aos fatores extríncecos, já que sua presença e caraterísticas se deve normalmente à presença e tipo de vegetação que forma tal camada.

2.3 A ABORDAGEM DO PROBLEMA

A busca pelo aumento da produtividade agropecuária através do uso da mecanização e adubação química, entre outras, e o apoio guvernamental para o desenvolvimento de tecnologias nesse campo, foi o objetivo principal para abertura de novas fronteiras agropecuárias durante as décadas de 70 e 80 (ZILLI et al., 2003).

Todavia, segundo SHIKI (1997), o planejamento inadequado na utilização das terras e de um conhecimento pouco aprofundado sobre o ecossistema, tem causado que esse Tabela otimista enfrente um obstáculo preocupante. O impacto ambiental causado pela intensificação da exploração agropecuária muitas vezes não recebe a devida atenção, o que leva a um padrão comum para a maioria dos países, levados a favorecer uma intensa degradação ambiental, com perdas de recursos não renováveis e da biodiversidade.

Nos últimos anos, com o aumento da demanda do nível de controle do ambiente pelo aumento da demanda agropecuária, foram desenvolvidos diferentes tipos de modelos que posam suprir uma base para o manejo sustentável de tal produção. Por exemplo, WU et al (1996), considera que o uso de modelos é muito importante para prever os resultados de certos sistemas de manejo ou certas condições ambientais.

Em resumo, com o uso de modelos é possível atacar o problema, desde deferentes pontos de vista, de forma simultânea, seja relacionada ou correlacionada, com o uso de uma mesma fonte de dados.

Evitar ou minimizar a ocorrência de conflitos de uso ou efeitos danosos é objetivo central do gerenciamento de recursos hídricos, que tem como etapa inicial o diagnóstico das condições atuais e a possível determinação de condições futuras de uso do solo (FREIRE, 1995).

Esse é uns dos ideais difíceis de atender, já que a maioria das vezes as bacias estão administrativamente muito divididas, o que dificulta seu manejo, sobretudo porque às vezes os interesses de cada unidade administrativa podem ser divergentes. No entanto, para o uso permanente, sustentado e eficiente das paisagens produtivas, deve-se primeiramente caracterizar as limitações físicas, biológicas e espaciais para a sua ocupação, identificando-se a possível sensibilidade do ecossistema ao impacto tecnológico.

Para conseguir isso, tem-se à disposição ferramentas cada vez mais apuradas de análise de dados, que tornam possível a captura, modelagem, manipulação, recuperação, análise e apresentação de dados referenciados geograficamente (WORBOYS, 1995, apud LISBOA-FILHO, 2001). Esse tipo de visualização espacial de variáveis, com o uso de ferramentas que permitam uma análise que combine diversos mapas e dados, que por definição trata-se de sistemas de informação geográfica (ou últimamente entendido como sistema geográfico de informações), é cada vez mais comum nos estudos científicos e outras áreas do conhecimento, tais como o planejamento agropecuário e ambiental (CÂMARA e DAVIS, 2006).

Por exemplo, sensoramiento remoto e SIG já foram usados para modelar e compreender a bioquímica em grandes bacias (BALLESTER et al, 2003), e, pelos resultados em relação às classes de uso do solo, inferir os impactos produzidos por eles, tanto nas características dos solos, quanto na rede de drenagem e o ecossistema em geral, além da possibilidade de predizer as possíveis conseqüências de mudanças no uso e manejo.

Em resumo, para o objetivo proposto, através da visualização espacial das variáveis físicas e químicas e sua variabilidade, é possível inferir as condições reais e as mudanças que acontecem em um fragmento de cerrado quando envolvido numa matriz de pastagem, e as possíveis conseqüências para sua conservação.

2.4 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA CAMADA ORGÂNICA SUPERFICIAL DO SOLO

2.4.1 O CONTEXTO DA ANÁLISE DA VARIABILIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO

Muitas recomendações sobre fertilização e corretivos para os solos, baseiam-se ainda na tomada de amostras compostas, que pressupõe que tais amostras comportam-se como se fossem aleatórias, ou seja, prescindem do fato de que o valor de uma

propriedade depende em grande medida do valor da mesma em pontos vizinhos (PAZ-GONZÁLEZ et al., 2000; ESCRIBANO-VILLA & PAZ-GONZÁLEZ, 2003).

Desde o ponto de vista estatístico, esperar-se uma distribuição normal de tal variabilidade, supondo uma homogeneidade nas características dos solos, o que significa maior precisão no conhecimento das suas propriedades (ULLOA GUITIÁN et al, 2003).

No caso da camada orgânica superficial e a serrapilheira, poder-ia atribuir-se tal variabilidade a fatores ambientais, ou, em outras palavras, extrapolações da sua variabilidade poderiam ser um bom estimativo dos impactos ambientais ocorrentes em áreas designadas como unidades de conservação, mas localizadas em áreas de uso humano. Isso tomando emprestado o conceito usado na agricultura de precisão, que para tais unidades de conservação, o estudo da variabilidade das características do solo é necessária para otimizar o sistema de manejo (ESCRIBANO-VILLA & PAZ-GONZÁLEZ, 2003).

2.4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO NO CERRADO

Os solos ácidos e dominados pela presença de Alumínio, faz do cerrado um demonstrativo do pseudo-xeromorfismo em resposta às concentrações desse elemento químico, além da fraca porcentagem de nutrientes na sua composição edáfica (VIADANA, 2005). A fração argila é constituída principalmente por minerais 1:1, enquanto a matéria orgânica cumpre um papel relevante na maioria dos processos físico–químicos (NASCIMENTO et. al,1983; NASCIMENTO et al, 1993).

Para garantir que a variabilidade física e química encontrada fosse representativa de fatores extríncecos, a área de cerrado e pastagem ecolhida para o estudo localizou-se sob solos das mesmas características taxonômicas, documentadas por NASCIMENTO et al (1992) como Haplustox, (SOIL SURVEY STAFF, 2003) de textura

franco – argilo - arenosa, isto é, Latossolo Vermelho-Amarelo textura franco - argilo - arenosa - (LVA), no sistema de classificação da EMBRAPA – CNPS (1999).

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL. Inferir os efeitos ecológicos em um fragmento florestal de cerrado por sua vizinhança com áreas de uso pecuário, baseado na variabilidade física e química da camada orgânica superficial do solo.

3.2 ESPECÍFICOS. Fazer uma análise da risco ecológico, de acordo com a variabilidade física y química da camada superficial do solo, sob os seguintes conceitos de avaliação:

- Sensibilidade ecológica do fragmento do cerrado
- Intensidade potencial de efeitos de uso da terra sobre o cerrado

4 HIPÓTESE

4.1 NULA: Não existem diferenças significativas para a conservação do solo, entre a serrapilheira do cerrado, o ecótono cerrado-pastagem e a pastagem.

4.2 ALTERNATIVA: Existem diferenças significativas para a conservação do solo, entre a serrapilheira do cerrado, o ecótono cerrado-pastagem e pastagem, segundo os critérios utilizados.

5 ÁREA DE ESTUDO

5.1 LOCALIZAÇÃO

O alto rio Paraná cobre mais ou menos o primeiro terço da bacia sedimentar do rio Paraná. No sul desse terço, o rio forma uma extensa planície de inundação e um grande acúmulo de sedimentos que formaram mais de 300 ilhas (AGOSTINHO & ZALEWSKI, 1995; CAMILLONI & BARROS, 2003).

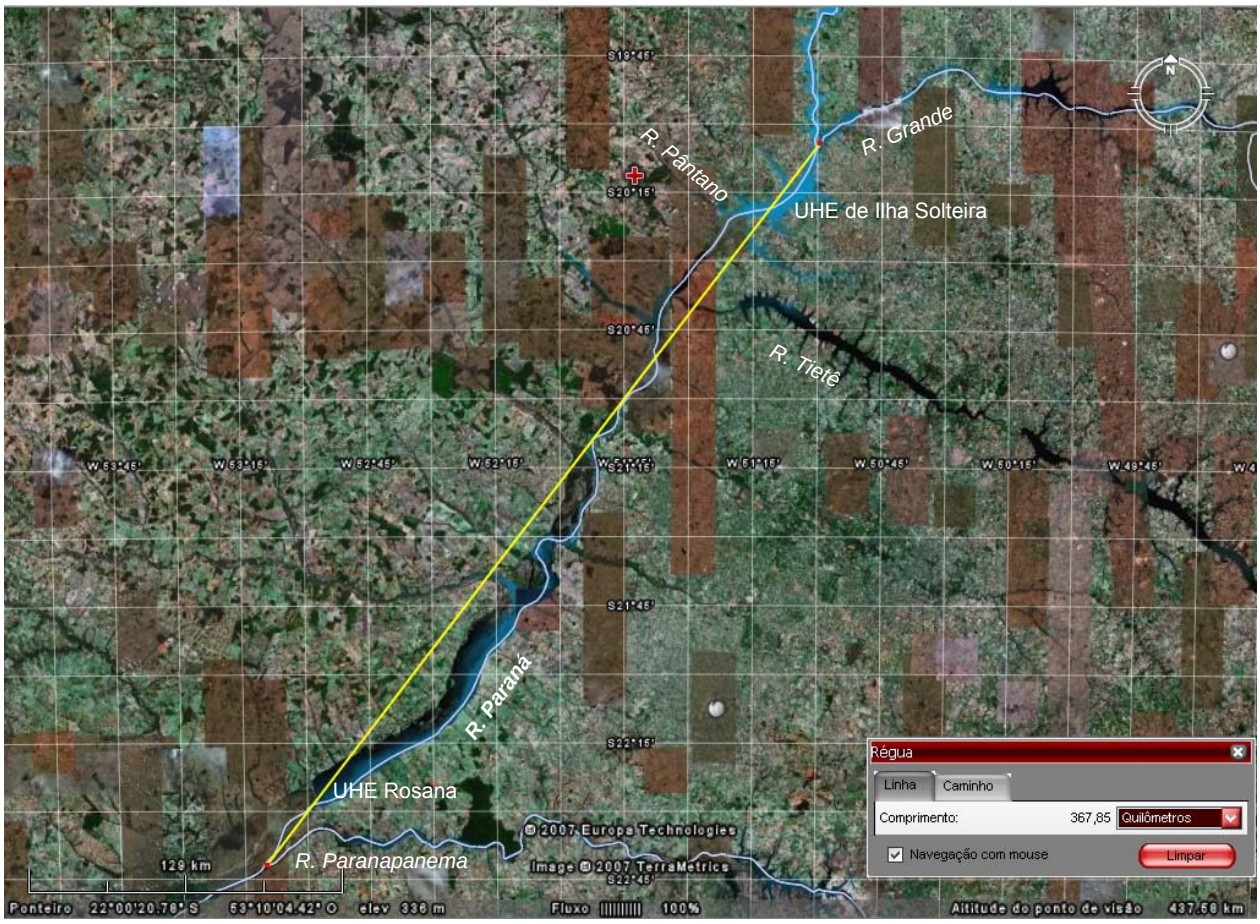


Figura 1. Rio Paraná em sua extensão ao longo dos limites entre o estado de SP e MS. Na cruz vermenlha, o lugar de amostragem. Desde a foz do rio Grande (N) a té a foz do r. Paranapanema (S), são aproximadamente 368 km le longitude em linha raté a beira direita do rio) e a mata atlântica (área até a beira esquerda). Nóte-se a alta gragmentação dos habitats nos dois biomas. A cor verde brilhante representa culturas (cana e outras), en tanto a verde escura representa mata nativa. Imagem:True Color (32 bits) Europe Tecnologies® (2007)/TerraMetrics® (2007), visualizada a través de Google Earth® (2007), modificada com RagTime 5.6®. Escala apxorimada: 1:3.000.000. Redução aproximada da original: 100%.

Já na faixa do rio adjacente ao Estado de São Paulo (SP) e Mato Grosso do Sul (MS) é mais encaixado, e recebe as águas de afluentes importantes tais como os rios, Grande, Paranaíba, Tietê e Paranapanema (figura 1). Nessa margem também se apresentam 130 grandes reservatórios de água (com barragens de mais de 10 m de altura), dos quais 20% têm uma extensão de 10.000 ha., e quatro deles, localizados no mesmo rio Paraná, mudam sua extensão entre 48,200 até 151,300 ha. (ANGELINI & AGOSTINHO, 2005).

No lado paulista, a Bacia Sedimentar do Paraná apresenta uma grande unidade

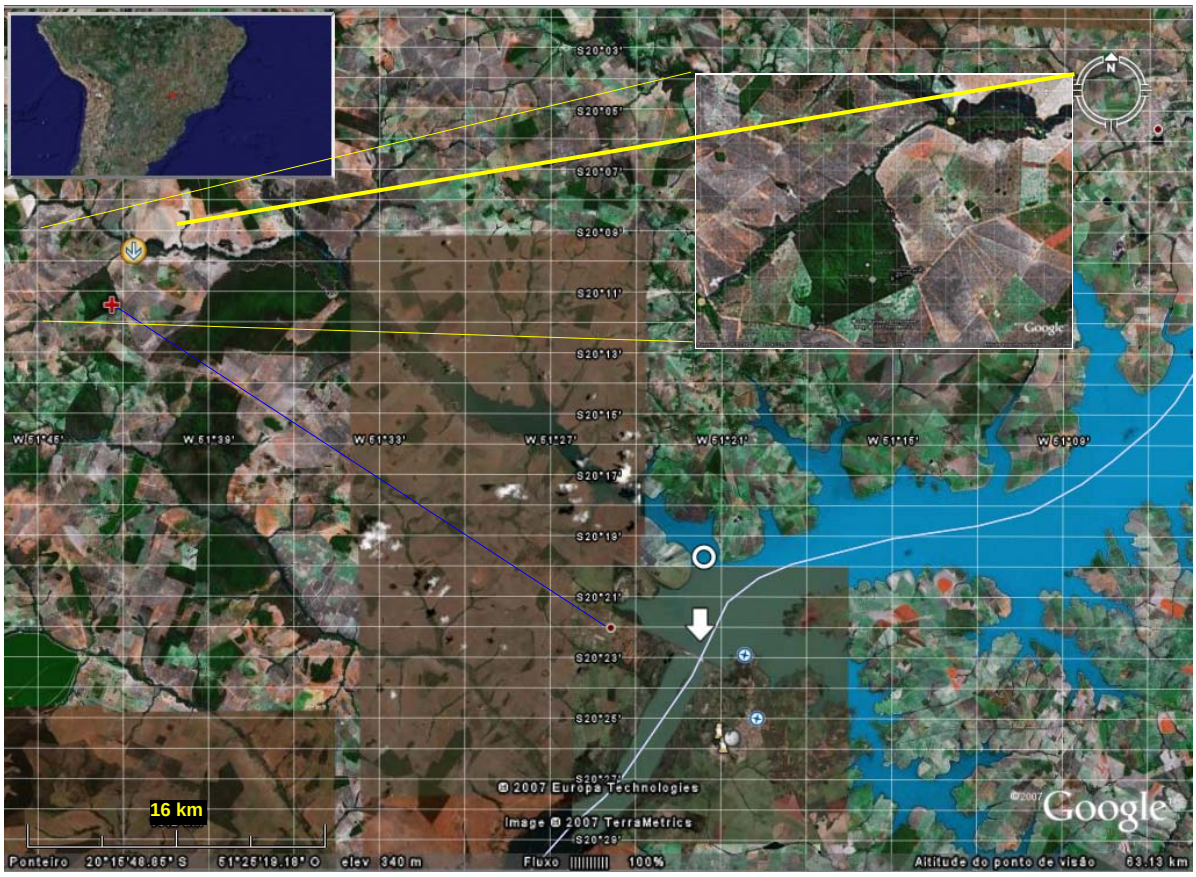


Figura 2. Imagem de satélite[1] da bacia do rio Paraná mostrando a área de amostragem à altura do rio Pântano (cuja foz é sinalada em círculo sobrelinhado em branco), Mato Grosso do Sul (MS). A Área de amostragem (cruz vermelha) está distânciada aproximadamente 36 km em linha reta (linha azul) da cidade de Selvíria (ponto vermelho) e 39 km da foz do rio Pântano. No re-Tabela superior direito, ampliação da área de trabalho. A linha branca treazada sobre calha do rio Paraná (que forma o corpo da represa) mostra a divisória territorial com o estado de Sâo Paulo.

[1] Imagem maior High Color (16 bits); em enquadramento (menor) true Color (32 bits), Europe Tecnologies® (2007) & TerraMetrics® (2007), visualizada a través de Google Earth® (2007) e modificada com Adobe Photoshop Cs® e RagTime 5.6®. Escala aproximada da imagem original: 1:260000, escala visualizada: 1: 400000. Escala aprox re-quadro: 1:150.000

morfoestrutural, o Planalto Ocidental Paulista, com altitudes entre 300 e 1.000 metros; apresenta terrenos levemente ondulados e com solos do tipo latossolo vermelho-amarelo e vermelho-escuro, podzólico vermelho-amarelo, latossolo roxo e terra roxa estruturada. Já no lado do Mato-grossense, a bacia é limitada pelo Planalto Sedimentar do Paraná. Esta unidade de relevo tem por características apresentar altitudes pouco superiores aos 400 - 800 m (DANIEL & OLIVEIRA-NETO, 1988)

O estudo foi realizado dentro de um remanescente de cerrado localizado no Estado de Mato Grosso do Sul (figura 2), entre as latitudes 20°10'9.82"S e

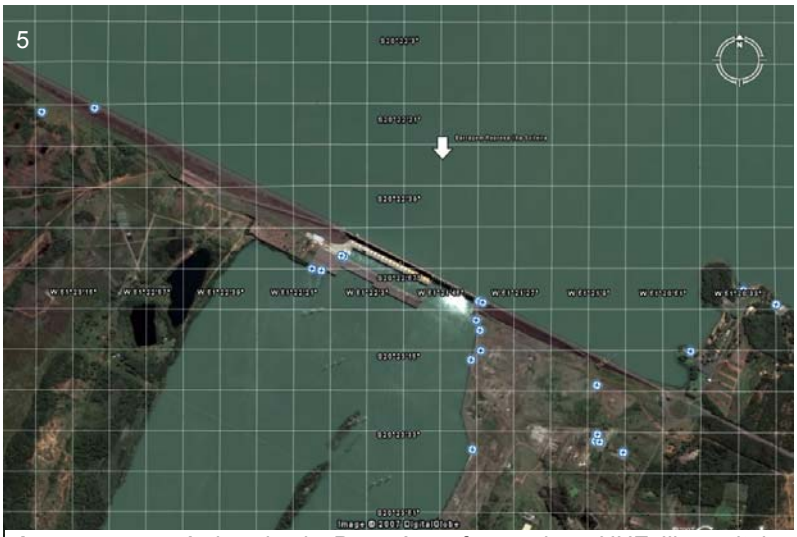


Figura 3. panorámica do rio Paraná conformando a UHE Ilha solteira. **Figura 4**. Rio Paraná logo após a UHE Ilha Solteira vista desde a barragem (**figura 5**). Fotos 1 e 2: J. Badel.; foto 3: Imagem true Color (32 bits), Europe Tecnologies® (2007) &TerraMetrics® (2007) Vis Google Earth® (2007). Escala orig. aprox 1:20000, visualizada: 1:58330.

20°11'56.90"S, e as longitudes 51°43'20.47"W e 51°42'4.09"W. Trata-se dos últimos remanescentes de cerrado de mais de 40 anos de antigüidade nesta região, imersos em uma matriz de áreas de pastagem e culturas de cana. Especificamente o fragmento escolhido (cruz vermelha na figura 2) é drenado pela bacia do rio Pântano, o qual deságua à montante da barragem da usina da Ilha Solteira (seta branca no na figura 2 e figuras 4, 4 e 5).

5.2 CLASSIFICAÇÃO FISIONÔMICA DO CERRADO

De acordo com a classificação fitofisionômica de Kuechler (figura 6), o cerrado é um domínio fitogeográfico do tipo savana que ocorre no Brasil (WALTER, 2006), em terreno geralmente plano, caracterizado, segundo Lqes, (2007) por árvores baixas e arbustos espaçados, associados a gramíneas (figuras 8 e 9).

O Cerrado expressa um conjunto botânico cujo gradiente da fitomassa e a correspondente aparência de campina até uma floresta sem chegar a ser nenhuma das duas (figura 10), estabelecida em solos arenosos e com reduzida fertilidade natural, com domínio dos processos de lixiviação e suscetíveis à erosão (figura 11), produto das

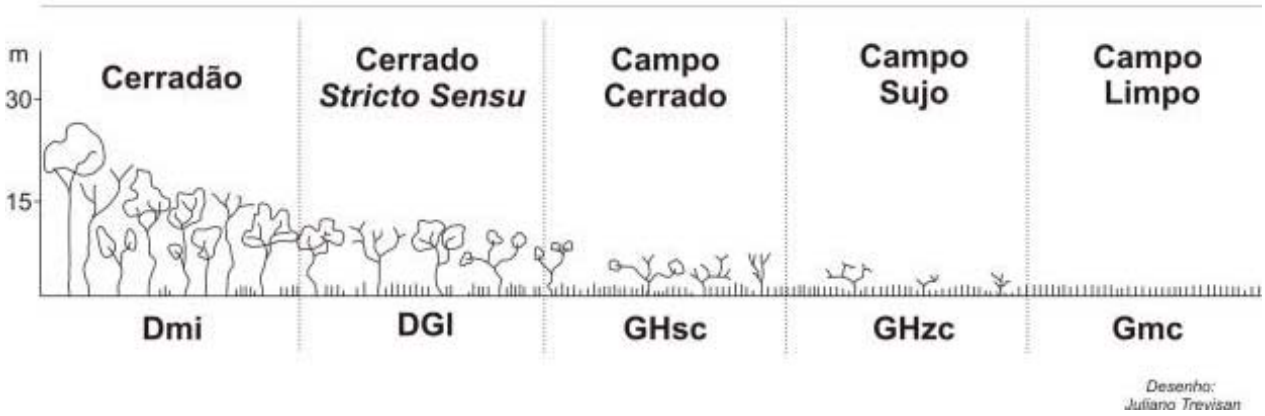


Figura 6. Gradiente fitofisionômico do cerrado e a correspondente identificação através das siglas conforme Kuechler. Tomado de VIADANA (2005).

Figura 8. Cerrado na área pero do limite com a área de pastagem. Nóte-se a alta densidade de gramíneas. Foto: J. Badel (2006).

Figura 9. Já no interior o solo é mais limpo e as árvores melhor desenvolvidas. Foto: J. Badel (2006).

Figura 10. Panorámica do cerrado. Nóte-se as diferentes colorações do dosel. A hipótese do autor é que deve-se a diferenças no teor de umidade do solo. Foto: J. Badel (set. 2006).

Foto 11. Presença de boçorocas em área hiper-explorada perto de um córrego. Foto: J. Badel (set. 2006).

Figura 12. Primeiro plano da côdea típica das árvores no cerrado, mostrando pseudoxeromorfismo. Foto: J. Badel (2007).

Figura 13 Aspecto da vegetação foliar e dosel do mato. Nóta-se o aspecto coriáceo das folias. Foto: J. Badel (2007).

ulcerações dos tecidos ecológicos que apontam para a evolução de sulcos, ravinamentos e na seqüência o surgimento de destacadas Boçorocas com perdas maciças de manto pedológico (VIADANA, 2005).

O cerrado pode ser considerada uma vegetação típica de inter-flúvios (VIADANA, 2005), com composição florística e estrutura bastante individualizada (GOODLAND, 1979, apud VIADANA, 2005).

Do pseudoxeromorfismo na vegetação do cerrado, já mencionado anteriormente, resulta o seu aspecto rústico, com troncos e galhos retorcidos, folhas coriáceas e cascas espessas, emprestando às plantas a falsa aparência xeromórfica (figuras 12 e 13). No entanto, estudos de campo atestam que em grande parte, as mesmas florescem, frutificam e rebrotam em plena estação seca (TROPPMAIR, 2002, apud VIADANA, 2005).

Tais características parecem ser análogas às características de áreas semi-áridas ou de condições climáticas extremamente secas. SCHLESINGER & PILMANIS, (1998) e BRESHEARS et al (1998), definem as áreas semi-áridas como zonas de alta heterogeneidade (variabilidade) espacial da vegetação e das condições ambientais.

Particularmente para as áreas semi-áridas, diversas explicações sobre a gênese

e dinâmica já foram indicadas, e vão desde explicações que envolvem processos antrópicos (HEMMING, 1965; WICKENS & COLLIER, 1971), passando por explicações biológicas (MacFayden, 1950) e de oscilações paleo-climáticas (CLOS-ARCEDUC, 1956; BOALER & HODGE, 1964), até atribuições a processos geo-morfológicos de tal gênese da variabilidade espacial de cobertura vegetal (LITCHFIELD Y MABBUTT, 1962), esta última a mais aceita atualmente.

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 A AMOSTRAGEM

Foi feita uma amostragem da camada superficial de matéria orgânica em áreas contíguas de cerrado e pastagem, sobre Latossolo Vermelho-Amarelo, textura franco-argilo-arenosa -LVA- (NASCIMENTO et. al, 1992), figura 14.

As amostras, de 100 cm^2 de área por 5 cm de profundidade, foram coletadas de 51 pontos distribuídas em uma malha regular retangular de 3x17 pontos (separados longitudinalmente a cada 40 me transversalmente a cada 15 m), compreendendo em total uma área de 30x640 m (19200 m^2). O propósito de o mapeamento regular retangular (figura 15) foi considerar a possibilidade de transições graduais (tendências) na unidade de paisagem, e considerar o fenômeno de autocovariância (esperança de valores de atributo similares em pontos mais próximos, e seu contraposto nos mais distanciados).

A malha de pontos foi georeferenciada (Latitude, Longitude, altitude), com a ajuda de imagens de satélite LANSADT 7 (disponíveis em MIRANDA, 2005, figura 16), carta: SF-22-V-B-II-2-SO, e imagens da TruEarth® Global "15-meter Natural-color Imagery" (figuras 14, 15 e 17), licenciadas pela TerraMetrics Digital Terrain Vizualitation® para Google Earth® (2007).

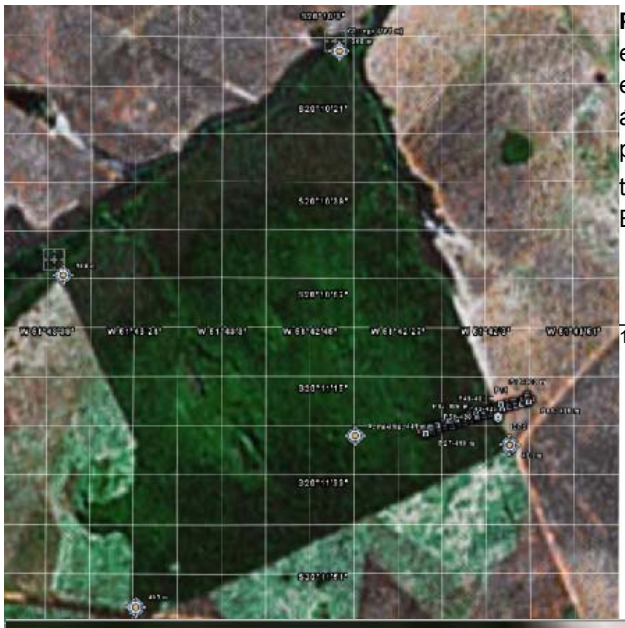


Figura 14 Imagem do estado atual (2007) da área de estudo com a correspondentes sectorização proposta para este estudo. Nóta-se a regeneração da vegetação nas áreas demarcadas com círculo, "descanso" da terra por parte dos agricultores. Por tanto, tal regeneração é temporal. Imagem: Terrametrics, 2007 [1], modificada por Badel, 2007.

1 GOOGLE EARTH, versão 4.1.7076.4458 (beta), Data da compilação May 6 2007. Hora da compilação 11:18:29. Renderizador: OpenGL; Sistema operacional: Microsoft Windows XP (Service Pack 2); Driver de vídeo: NVIDIA Corporation (00006.00014.00010.05303); tamanho máximo da textura: 2048x2048; Servidor: kh.google.com; Usuário: Jaime Badel M; Chave de licença free (beta tester). 2007.

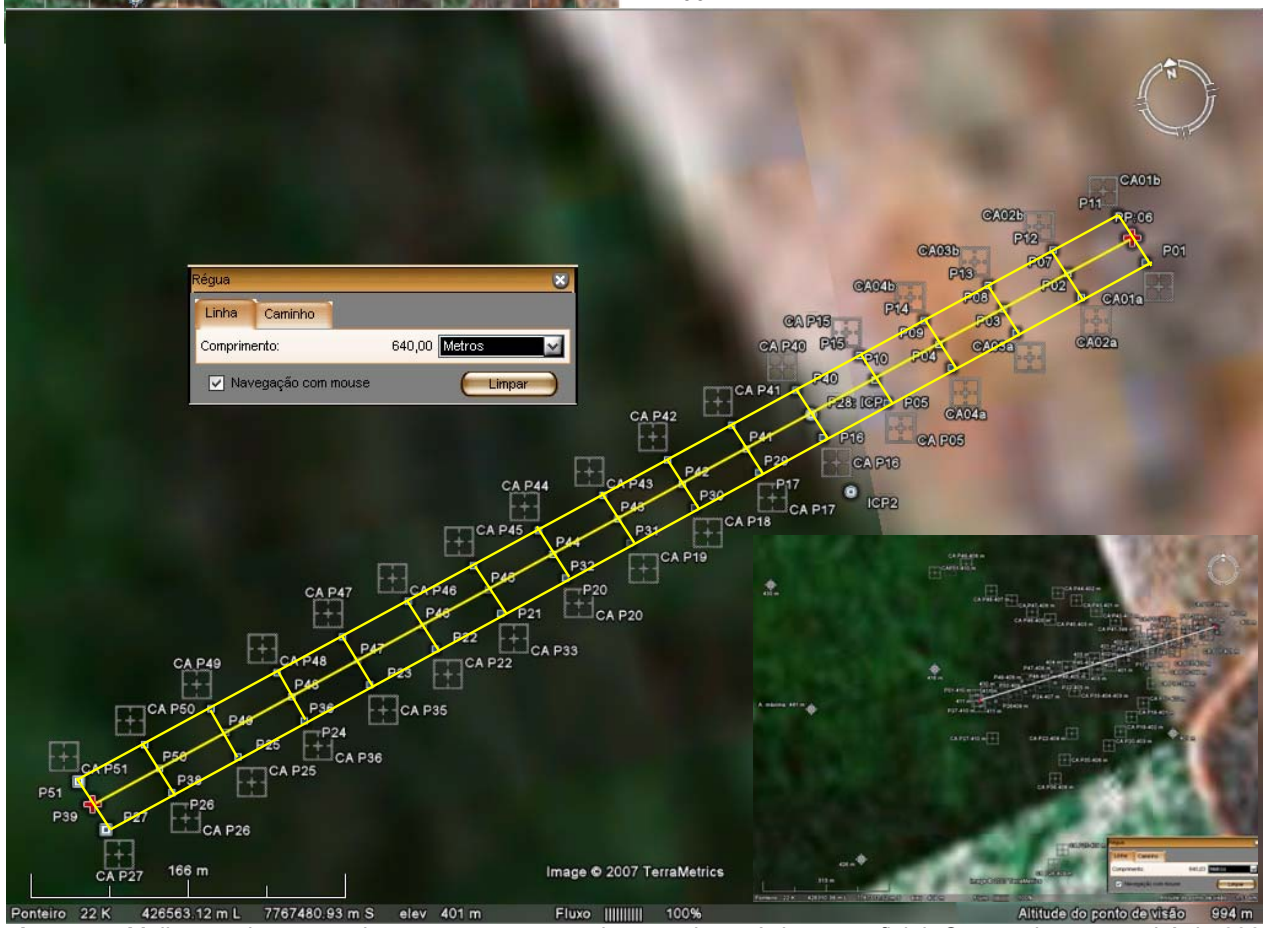
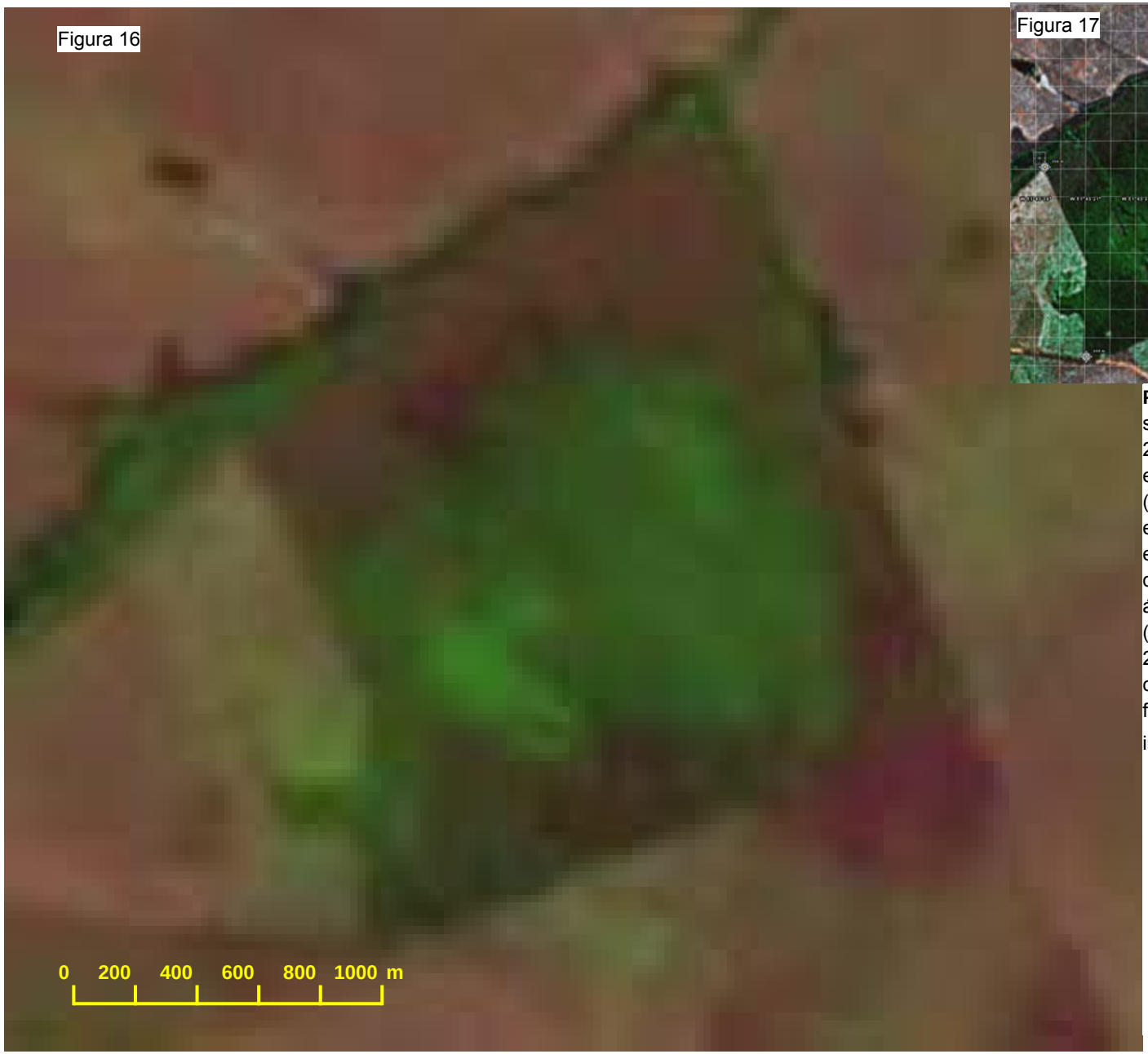


Figura 15. Malha regular retangular para amostragem da camada orgânica superficial. O comprimento total é de 680 m, incluíndo três hábitats setores diferentes: pastagem, ecotono cerrado-pastagem e interior de cerrado. No destaque, imagem da área de amostragem e os pontos de controle de altitude. Imagem Terrametrics® (2007), modificada por Badel (2007). Escala original aproximada 1:2375



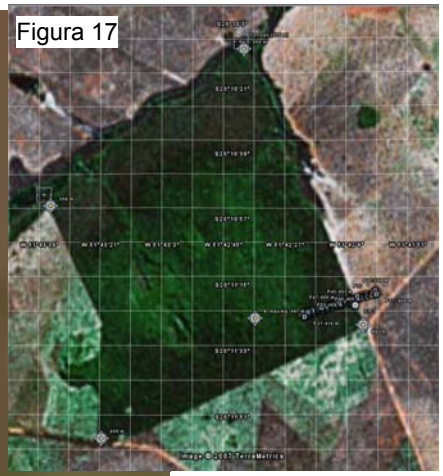


Figura 16. Imagens de satélite LANDSAT 7 de 2005 (MIRANDA, 2005), escala 1:20000 (resolução original, escala 1:25000). No enquadramento superior da **Figura 17**, a mesma área em 2007 (TERRAMETRICS, 2007). A zonificação de coberturas vegetais foi feita com base nestas imágens de satélite.

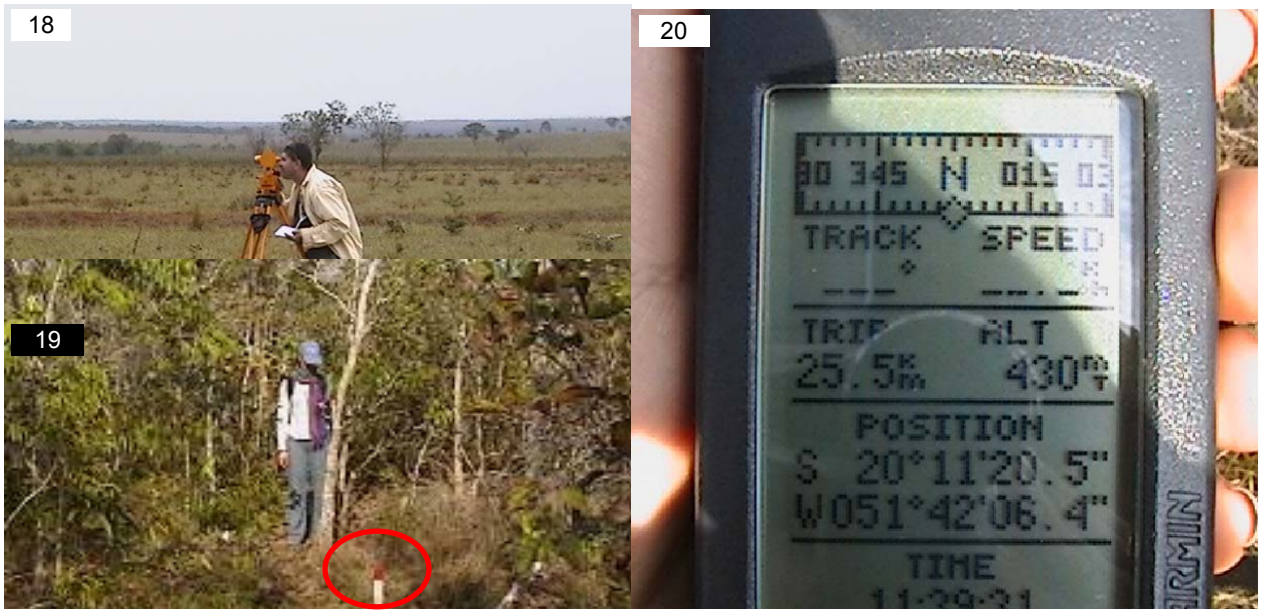


Figura 18. Trazado da área de amostragem com teodolito, específicamente na área de pastagem. Logo foii extendida essa trajetória com uso de estacas e trena dentro da mata **(figura 19**). Os pontos foram georeferenciados com GPS (**figura20**), tanto no lugar exacto (estaca em destaque, círculo vermelho, foto 10) quanto ao redor dele, isso para minimizar o erro de marcagem . Fotos: J. Badel & L. Tamayo.

As características das imagens foram: - Projecção: WGS84 Geographic (Equi-rectangular), resolução: 7,200 pixels por grado/0.5 arcsegundo por pixel (15 metros por pixel nominal). exactidão : 50 metros RMSE (net) nominal; fonte da imagem: Imagens não comprimidas orthorectificadas Landsat 7 ETM+ imagery; balance de cores: Standard TruEarth® natural-color balance; estrutura da imagem: 23,135 sem sutura, Tabelas 1° x 1°; tipo de formato de arquivo: "Lossless GeoTIFF geo-referenced image format".

A malha regular retangular foi demarcada em campo com a ajuda de teodolito e trena na área de pastagem (figuras 18 9 e 19), e trena e corda na área de cerrado. Para ajustar o rumo dentro do cerrado (onde o teodolito perdia funcionalidade), tanto no primeiro quanto o último ponto foram tomados dados fornecidos pelo GPS de navegação (figuras 19 e 20) (regularmente durante a jornada de trabalho) e comparadas com os dados de georeferência pre-estabelecidos. O uso de GPS dentro do cerrado foi favorecido pelo dossel aberto do mato (figura 20).

O fragmento de cerrado foi escolhido após confirmar o requisito de antigüidade (que tivesse mais de 40 anos) mediante entrevistas com pessoal da região. A área de amostragem foi escolhida após da classificação da mata segundo os tipos de cobertura vegetal, da tal forma que envolvesse o maior número de coberturas e cumprisse com critérios logísticos limitantes do trabalho (tempo disponível, acesso, etc).

A análise baseou-se nos dados obtidos de amostras simples do solo, 15 na pastagem e 36 de cerrado. Também foram usadas amostras compostas para validar os dados obtidos nas amostras simples. Além disso, com 11 compostas de pastagem e 23 de cerrado, uma amostra composta total de pastagem, uma de cerrado e uma alíquota da mistura homogênea do total de amostras, todas elas usadas para validar os resultados estatísticos obtidos nas amostras simples.

As amostras foram posteriormente levadas para o laboratório de solos da UNESP de Jaboticabal para as análises química de rotina e física para determminação da densidade do solo.

A interpretação e análise de resultados basearam-se nas análises física, que incluiu a interpretação da variabilidade espacial da declividade e densidade aparente, em tanto que a análise química de rotina do solo baseou-se na determinção da variabilidade espacial do pH, matéria orgânica (M.O.), Fósforo (P), Cálcio (Ca), magnésio (Mg), acidez potencial (H+Al), soma de bases (SB), CTC a pH 7.0 (T) e percentagem de saturação por bases a pH 7.0 (V%) (anexo 1, Tabelas 2 e 3).

A interpretação dos resultados foi feita principalmente sob os postulados de SCHEID-LOPES & GUIMARÃES-GUILHERME (1992), CAMARGOS (2005), CHAVES et al, (2004), MARRIEL et al (2005), FAGERIA (2004); SBRT (2007); YOSHIOKA (2007); LIMA (2005), ABDI & MOLIN (2007), entre outros. Tal interpretação incluiu a análise comparativa dos resultados físicos com os resultados químicos obtidos.

6.2 CRITÉRIOS PARA A ANALISE FÍSICA DO SOLO

Densidade aparente do solo (D_s). A respeito da densidade aparente do solo, as amostras só foram pegas no eixo central da área de trabalho, tanto da área de pastagem quanto cerrado. Para fins de determinação da densidade, as amostras foram coletadas através do anel de Kopecky, sendo considerados 100cm^3 de amostra por profundidade, num total de 17 amostras para a área de amostragem. A determinação da densidade aparente seguiu o método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997).

Os critérios de classificação da Ds da camada orgânica superficial foram os seguintes (adaptado de: OTTONI-FILHO, 2003; SENGIK, 2005):

-Valores acima de 1,70 g cm^{-3}: Indicam *caraterísticas* de solos extremamente compactados. Solos de extrema restrição de disponibilidade de água e areação.
- Valores entre 1,60 - 1,70 g cm^{-3}: Indicam *caraterísticas* de solos argilosos. Camada superficial severamente compactada. Solos de alta restrição de areação.
- Valores entre 1,10 -1,60 g cm^{-3}: Indicam *caraterísticas* de solos minerais. Camada superficial Muito compactada. Solos de média restrição de areação.
- Valores entre 0,60 - 0,80 g cm^{-3}: Indicam *caraterísticas* de solos orgânicos. Camada superficial não compactada. Solos de méia-baixa restrição de areação.
- Valores por baixo de 60 g cm^{-3}: Solos de méia-baixa restrição de areação.

6.3 CRITÉRIOS PARA A ANALISE QUÍMICA

Classificação das leituras de pH em $CaCl_2$: Fornece o grau de acidez ou alcalinidade de um extrato aquoso do solo, ou seja, é um indicativo das condições gerais de fertilidade do solo. Quanto maior o pH, maior será a saturação por bases no solo, e esta correlação é mais exata com o pH em $CaCl_2$ do que com o pH em água, devido à menor variabilidade das leituras de pH em $CaCl_2$. Os valores de classificação são apresentados na Tabela 1. Na Tabela 2, apresentam-se os critérios de qualificação para sua análise para esta variável e as outras do complexo de troca catiónica.

V%	m%	pH em $CaCl_2$	Classificação acidez	interpretação resultados pH
4	90	3,80	extremamente alta (> 4,3)	- Deficiência de P (fósforo) e ALTA FIXAÇÃO do P aplicado, por íons Fe e Al; - Baixa CTC efetiva => alta lixiviação de cátions; - Baixa saturação por bases (V%); - Como pode ocorrer Al trocável e baixa CTC efetiva, deve-se esperar alta saturação por Al (m); - Em condições de extrema acidez, pode ocorrer limitação na decomposição da M.O. - Além do P, poderá haver deficiência de elementos Ca (cálcio), Mg (magnésio), Mo (molibdênio), B (boro), ou toxidez de Al (alumínio), Mn (manganês), Zn (zinco) e outros metais pesados
12	68	4,00		
20	49	4,20		
24		4,30		
28	32	4,40	ac. alta	
36	18	4,60		
44	7	4,80		
52	0	5,00		
56-72	0	5,10	ac. média	Precisa de calagem para seu aproveitamento agrícola
76-84	0	5,60	ac. baixa	
84-92	0	5,80		Faixa considerada adequada para a maioria das culturas.
>96	0	6,1- 6,5	Muito baixa (>6,0 <7,0)	
-	0	= 7,0	Neutro	
-	0	> 7,0	Alcalino	- Deficiência de P devido à formação de compostos insolúveis com Ca; - Altos teores de Ca, de Mg e de K; - Deficiência de micronutrientes (todos, exceto Mo e Cl); - Alta saturação por bases (V%), com valores próximos a 90-100%; - Ausência de Al_3+ (trocável); - Alta CTC efetiva (exceto em solos arenosos); - Pode ser um solo salino ou sódico;
-	0	8.0 a 8.5		Ocorrência de carbonato de cálcio e/ ou magnésio livres e baixas disponibilidades dos elementos P, Mn, Zn e Cu

Tabela 1. Relação aproximada entre V%, pH em CaCl2, e m%, em amostras de terra da camada superficial (0-20 cm); classificação das leituras de pH em $CaCl_2$ e interpretação dos valores obtidos. Condensado de CAMARGOS (2005) e do SBRT (2007).

Característica	Unidade	Classificação				
		Muito baixo	Baixo	Médio	Bom	Muito bom
Matéria orgânica (M.O)	g/dm3		< 15	15 a 25	> 253	
Cálcio trocável (Ca^{+2})^2	cmolcdm-3	≤ 0,40	0,41-1,20	1,21-2,40	2,41-4,00	> 4,00
Magnésio trocável (Mg^{+2})		≤ 0,15	0,16-0,45	0,46-0,90	0,91-1,50	>1,50
Acidez trocável (Al^{+3})		≤ 0,20	0,21-0,50	0,51-1,00	1,01-2,003	> 2,003
Soma de bases (SB)		≤ 0,60	0,61-1,80	1,81-3,60	3,61-6,00	> 6,00
Acidez potencial (H+Al)		≤ 1,00	1,01-2,50	2,51-5,00	5,01-9,003	> 9,003
CTC efetiva		≤ 0,80	0,81-2,30	2,31-4,60	4,61-8,00	> 8,00
CTC pH 7 (T)		≤ 1,60	1,61-4,30	4,31-8,60	8,61-15,0	>15,0
Saturação por Al^{+3}	(m) %	≤ 15,0	15,1-30,0	30,1-50,0	50,1-75,03	> 75,03
Saturação por bases	(V) %	≤ 20,0	20,1-40,0	40,1-60,0	60,1-80,0	> 80,0

Tabela 2. Classes de interpretação de fertilidade do solo para a matéria orgânica e para o complexo de troca catiônica. Tomado de Camargos (2005), Freire et al (2002).

*A interpretação destas classes deve ser alta e muito alta em lugar de bom e muito bom

V% = Percentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0: É a percentagem de troca de cátions potencial do complexo coloidal do solo ocupados por bases, ou seja, quantos por cento das cargas negativas, passíveis de troca a pH 7,0, estão ocupados por Ca, Mg, K e, às vezes, Na, em comparação com aqueles ocupados por H e Al. É um parâmetro utilizado para separar solos considerados férteis (V% >50) de solos de menor fertilidade (V%<50).

Relação pH e V%: Na camada de 0-20 cm, normalmente encontram-se valores médios que vão aumentando em relação aritmética com o aumento do pH em $CaCl_2$ (Tabela 1). Por tanto, desvios estatísticos significativos podem ser atribuídos a fatores extrínsecos (adubação, calagem, etc).

Acidez potencial ou acidez total: Dada neste trabalho em $mmol_c/dm^3$. Refere-se ao total de H em ligação covalente mais H+Al trocáveis a pH 7,0. A classificação da Acidez Potencial desde o ponto de vista da fertilidade do solo são apresentados na Tabela 2, de acordo com FREIRE et al (2002).

Relação M.O. x CTC. Com o aumento da Matéria Orgânica do solo, deve haver uma tendência a aumentar a CTC a pH 7,0 (T). Normalmente o teor de Ca é maior que Mg, este maior que K (Ca> Mg> K). Já na análise, os desvios em relação a tais padrões poderão ser atribuídos em função das condições específicas da área ou manejo dado à mesma.

SB = Soma de bases trocáveis. Elementos trocáveis do complexo de troca de cátions do solo. Dá uma indicação da ocupação por bases do número de cargas negativas dos colóides. SB = Ca+Mg+K+(Na) ($mmol_c/dm^3$). Segundo SCHEID-LOPES & GUIMARÃES-GUILHERME (1992), a soma de bases, em comparação com a CTC efetiva e Al trocável, permite calcular a percentagem de saturação de alumínio e a percentagem de saturação de bases desta CTC.

Em comparação com a CTC a pH 7,0, permite avaliar a percentagem de saturação por bases desta CTC (V%).

T = CTC a pH 7,0 ($mmol_c/dm^3$): esta CTC é a capacidade de troca de cátions potencial do solo, e é definida como a quantidade de cátions adsorvida a pH 7,0.

Segundo SCHEID-LOPES & GUIMARÃES-GUILHERME (1992), sob o ponto de vista prático, é o nível da CTC de um solo que seria atingido, caso a calagem deste solo fosse feita para elevar o pH a 7,0; ou o máximo de cargas negativas liberadas a pH 7,0 passíveis de serem ocupadas por cátions.

Uma CTC $\geq$ 27 $cmol_c$/kg de argila é considerada alta, predominando minerais 2:1, em tanto se for menor do que esse valor, considera-se baixa com presênça de óxidos de Fe e Al (CENTURION & ANDRIOLI, 2006).

Esta CTC inclui hidrogênio (H+) -que não é incluida na CTC efetiva- que se encontrava em ligação covalente (muito forte) com o oxigênio nos radicais orgânicos e sesquióxidos de ferro e alumínio, tão comuns nos solos brasileiros. Os valores de classificação são apresentados na Tabela 6.

$$T = CTC\ a\ pH\ 7,0 = S + (H + Al) = Ca_2^{+} + Mg_2^{+} + K^{+} + (Na^{+}) + H^{+} + Al_3^{+}$$

6.4 TESTES ESTATÍSTICOS. As amostras foram analisadas sob testes de ajuste à distribuição normal. Os testes escolhidos foram “W” (Shapiro-Wilk)[1], recomendado para análises de normalidade com N<100).

A interpretação foi aprimorada com comparações entre média e mediana observada em cada variável, complementando-se, quando foi necessário para o entendimento de tais

[1] Shapiro-Wilk é um teste específico para a hipótese de Normalidade. Para amostras pequenas (<30) a prova de W es das mais potentes. Neste teste, rejeita-se H_0 ao nível de significância α se: $W_{calc} < W_{\alpha}$

resultados, com análises dos mínimos e máximos (PEARSON, 1895; SOKAL & ROHLF, 1997 SHAPIRO-WILK, 1968; SHAPIRO et al, 1968; METZ et al, 1994; MOLIN & ABDI, 1998; SEIER, 2002; ABDI & MOLIN, 2007). Os outros testes foram de Skewness[2] (simetria dos dados) e Curtose[3] (medida de achatamento da distribuição dos dados). Os dados foram processados com o programa Statistica® 7.0 e não foram descartados os outliers (observações surpreendentes) para tal análise.

6.5 DETERMINAÇÃO DO RISCO ECOLÓGICO DAS ZONAS

O risco ecológico é a resultante do cruzamento da informação da avaliação da sensibilidade ecológica das diferentes zonas, com a intensidade potencial de efeitos producidos pela atividade antrópica em essas zonas (SALAS, 2002), à luz da informação suministrada pelos componentes do estudo (que para este caso são as variáveis físicas e químicas). Por sua vez, a sensibilidade ecológica é a resultante entre o cruzamento importância ecológica com a vulnerabilidade do ambiente. Assim, a

---

[2] *Skewness* é uma medida de simetria de dados da distribuição de probabilidade de uma variável. Uma curva normal apresenta assimetria igual a "0", daí a utilidade desta medida para comparar outras distribuições com uma gaussiana ou normal.
Uma medida negativa indica que a cauda negativa da distribuição é mais longa e uma medida positiva indica que a cauda positiva da distribuição é mais longa. Em outras palavras, um valor negativo indica dados deslocados para a direita (cauda negativa longa) e valores positivos indicam dados deslocados para a esquerda (cauda positiva longa). Existem várias formas de skewness (*padrão*, *Pearson* entre outras) que nem sempre retornam o mesmo resultado. Somente formas iguais de skewness devem ser comparadas. Aqui foi usada a medida de coeficiente da skewness de Pearson (1895) Tipo = 2, que utiliza a mediana dos dados:
Skewness = n * M3 /[(n-1) * (n-2) * σ^3] Onde:
M3 = $S(x_i\text{-Mediana}_x)^3$
σ^3 = desvío padrão (sigma) elevado à terceira potência
n = número válido de casos

[3] Curtose é uma medida de achatamento da distribuição dos dados. Como uma gaussiana (normal) uma medida igual a 3, é comum considerar apenas o excesso de Curtose em relação à distribuição normal. Uma medida negativa indica um achatamento em relação à normal e uma medida positiva indica picos ou um alongamento em relação à normal. Variáveis com um excesso de Curtose negativo apresentam uma maior probabilidade de ocorrência de valores longe da média. Para medidas positivas, maior a probabilidade de valores próximos à média. Curtose também é uma medida de normalidade (gaussiana) de uma distribuição. Curtose é computado como: *Curtose* = $[n*(n+1)*M_4 - 3*M_2*M_2*(n-1)] / [(n-1)*(n-2)*(n-3)*\sigma^4]$, onde:
$M_j = \Sigma(x_i\text{-Média}_x)^j$
n = número de casos
σ^4 = desvío padrão (sigma) elevado à quarta potência

sensibilidade ecológica é o reflexo dos resultados obtidos segundo os critérios de avaliação das proprioedades físicas e químicas da camada orgânica superficial do solo.

A vulnerabilidade é considerada segundo a concentração de usos e atividades numa área, sem importar seu *status de conservação*. Dessa forma, considerou-se a vulnerabilidade das áreas em relação ao teor de cada variável física e química e seu valor como nutriente das plantas (no binômino benefício-prejuício). A classificação adota é a seguinte:

- Importância ecológica Alta + Vulnerabilidade Alta = Sensibilidade Muito Alta.
- Importância ecológica Alta + Vulnerabilidade Média-Alta = Sensibilidade Alta.
- Importância ecológica Alta + Vulnerabilidade Média = Sensibilidade Média-Alta.
- Importância ecológica Alta + Vulnerabilidade Média-baixa = Sensibilidade Média.
- Importância ecológica Alta + Vulnerabilidade baixa = Sensibilidade Média-Baixa.
- Importância ecológica Média-Alta + Vulnerabilidade Alta = Sensibilidade Alta.
- Importância ecológica Média-Alta + Vulnerabilidade Média-Alta = Sensibilidade Média-Alta.
- Importância ecológica Média-Alta + Vulnerabilidade Média = Sensibilidade Média-Alta.
- Importância ecológica Média-Alta + Vulnerabilidade Média-Baixa = Sensibilidade Média.
- Importância ecológica Média-Alta + Vulnerabilidade Baixa = Sensibilidade Média-baixa.
- Importância ecológica Média + Vulnerabilidade Alta = Sensibilidade Média-Alta
- Importância ecológica Média + Vulnerabilidade Média = Sensibilidade Média
- Importância ecológica Média + Vulnerabilidade Média-Baixa = Sensibilidade Média
- Importância ecológica Média + Vulnerabilidade Baixa = Sensibilidade Média-Baixa
- Importância ecológica Baixa + Vulnerabilidade Alta= Sensibilidade Média-Alta

- Importância ecológica Baixa + Vulnerabilidade Média = Sensibilidade Média-Baixa

- Importância ecológica Baixa + Vulnerabilidade Baixa = Sensibilidade Baixa

A qualificação do risco ecológico foi feita segundo a seguinte matriz de qualificação (figura 21):

O risco ecológico é a integração da resultante de:

• sensibilidade alta e intensidade potencial alta = risco ecológico muito alto

• sensibilidade media e intensidade potencial media = risco ecológico médio

• sensibilidade baixa e intensidade potencial baixa = risco ecológico muito baixo

• sensibilidade alta e intensidade potencial baixa = risco ecológico médio

• sensibilidade baixa e intensidade potencial Alta = risco ecológico médio

Para uma melhor qualificação da sensibilidade ecológica e a intensidade potencial de efeitos, asignaram-se valores arbitrários às qualificações em uma escala de 1 até 6, assim : "Muito alta" = 6, "Alta" = 5, "Médio-Alta" = 4, "Média" = 3, "Médio-baixa" = 2 e "Baixa" = 1.

Posto que a qualificação é feita com múltiples variáveis, a somatória dos valores obtidos de cada variável indicaria qual seria a melhor qualificação possível para o biótopo avaliado ($\sum$ valor variáveis x 12). Posto que são 12 variáveis (entre físicas e químicas), a melhor qualificação possível seria a seguinte: "Muito alta" = de 60 até 72;

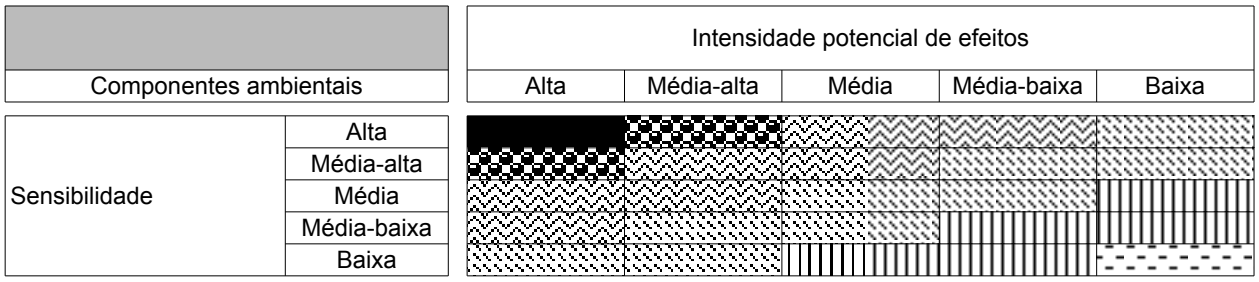


Figura 21. Matriz referencial de integração para obter o risco ecológico (modificada de Salas (2002).

Convenções: Muito alta Alta Média-alta Média Média-baixa Baixa

"Alta" = de 48 até 60; "Média-Alta" = de 36 até 48; "Média" = de 24 até 36; "Média-Baixa" = de 12 até 24; "Baixa" = 12

Já no caso da avaliação do risco ecológico, o número são o número de biótopos, quer dizer, três, pelo qual a relação é $\sum$ valor variáveis x 3. A qualificação seria então: "Muito alta" = de 15 até 18; "Alta" = de 12 até 15; "Média-Alta" = de 9 até 12; "Média" = de 6 até 9; "Média-Baixa" = de 3 até 6; "Baixa" = 3.

7. RESULTADOS E DISCUSÃO

7.1 ANÁLISE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO

Como já foi dito, a interpretação estatística das análises incluíram cálculos tanto para amostras simples quanto compostas, porém, os dados das amostras compostas só foram usados para verificar os valores médios das amostras simples, mas não para a análise de resultados propriamente dita. No anexo 1 são apresentados os dados coletados para as análises, e no anexo 2 são apresentados todos os resultados estatisticos dos dados coletados, fazendo énfase na análise de freqüencias e os testes já mencionados.

7.1.1 ANÁLISE FÍSICA

7.1.1.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA DO COMPONENTE FÍSICO DO ESTUDO

Declividade.A área de amostragem encontra-se entre os 397 e 411 m.s.n.m. Ao longo dos 200 m de área da pastagem amostrada, a altitude aumenta em razão de 1 m cada 70 m em média , en tanto que ao longo dos 480 na área de cerrado o aumento é de 1 m por 35 m de distância em média (0,28º) (figura 22).

Em quase todos os casos a declividade [4] esteve ao redor de 1,23% (0.014º) em média e nunca por cima de 5% (0.049º). Tais valores são graficados na figura 23, e

[4] D% = Distância vertical · 100/Distância horizontal D° = Tangente A = Altura/Distancia

indicam que, em conjunto, trata-se de um terreno entre plano e muito suavemente ondulado.

Os lugares localizados em áreas de menor declividade o solo apresentou tonalidades mais amarelas (evidência de maior acúmulo de umidade superficial). No caso das áreas de maior declividade, elas apresentaram tonalidades mais vermelhas.

Na área de *pastagem*, os valores da média harmônica e geométrica, mediana e os quartiles superior e inferior, indicam que o aumento da declividade na área localizada entre 0 (zero) e 40 m, resulta significativo (figura 24), embora em termos reais seja 2º com respeito à média.

Dentro dos parâmetros do teste Shapiro-Wilk, a declividade na área de pastagem

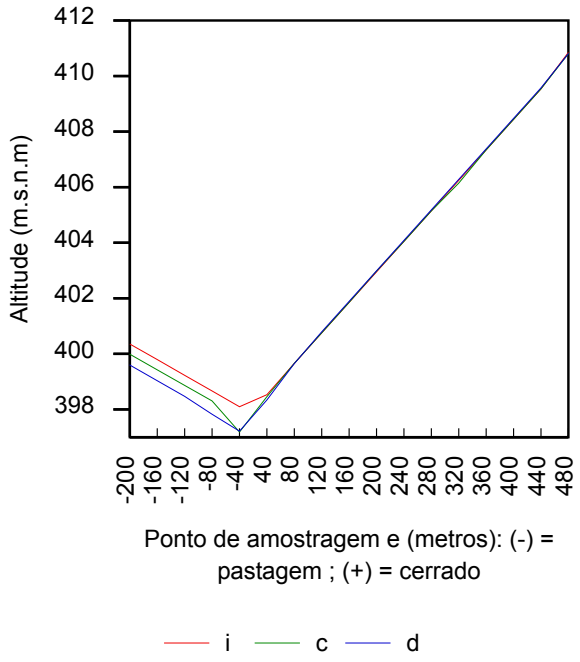


Figura 22. Perfil altidude área de amostragem seguindo o exio longitudinal da malha de amostragem

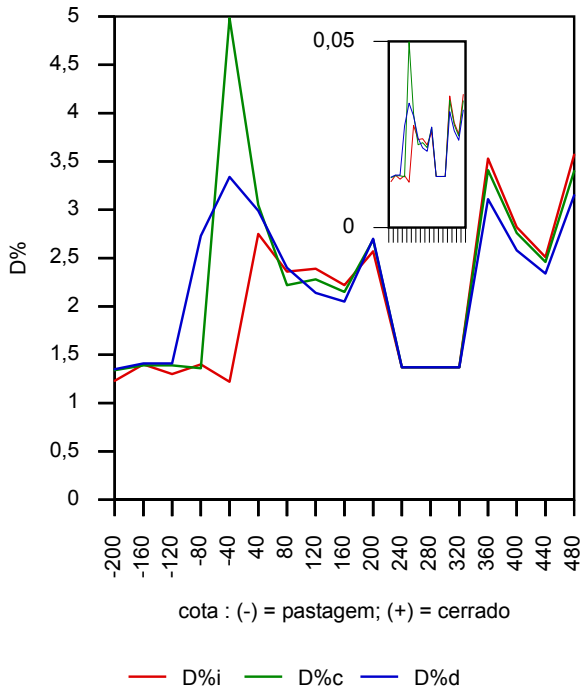


Figura 23. Declividade da área de amostragem em D% e em grados (em enquadramento)

Convenções: i = Eixo de amostragem longitudinal, lateral esquerdo (rumo NE - SW, vide mapa 7); c = eixo central; d = eixo direito

não segue uma distribuição normal (figura 24). Na figura 25 se observa a maneira em que os outliers afetam (súper-estimam) os resultados para esta variável.

O teste de assimetria, por seu lado, indica que esse resultado se deve ao excessivo alongamento positivo da cauda da distribuição normal provocado pelo alto valor comparativo de um dado só, o que sugere que declividades a cima dos 0.025º se tratam de anomalias desde o ponto de vista estatístico, ou, dito de outra forma, de evidências de mudanças não esperáveis na topografia do terreno, como é sugerido ao contextualizar os dados de mínimo-máximo observado (figura 26). Essa apreciação é respaldada pelo excesso de Curtose que acusam estes dados.

Todavia, tanto o desvio padrão quanto a prova de Shapiro-Wilk , indicam que não há distribuição normal dos dados (figura 27), posto que o valor crítico esperável é maior do que aquele calculado (W_{calc} = 0,58; W_{esp} = $0,881_{\alpha.05}$). Isto indica que, a esse *n* calculado, o teste W se mostra sensível a dados anômalos (outliers).

Em outras palavras, poderia desconsiderar-se tal anomalia e aceitar o fato de que

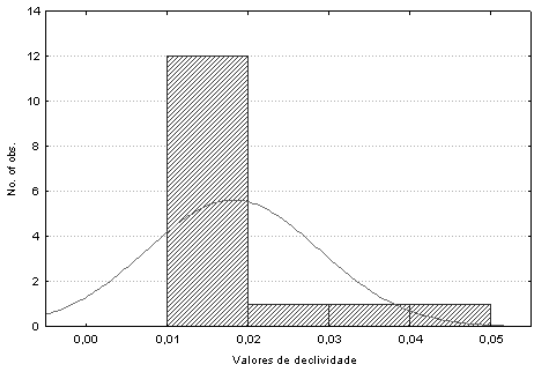


Figura 24. Histograma Dº, distribuição normal dos valores na área de pastagem. W=,57484$_{p=,00002}$

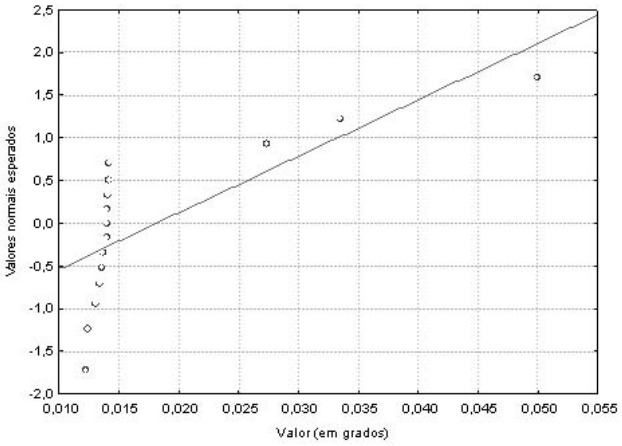


Figura 25. Valores normais esperados vs. observados para declividade. Observe-se a concentração de dados ao redor da faixa de declividade considerada como virtualmente plana. Os valores por fora de essa faixa podem-se considerar, neste caso, como produto de alterações antrópicas do terreno.

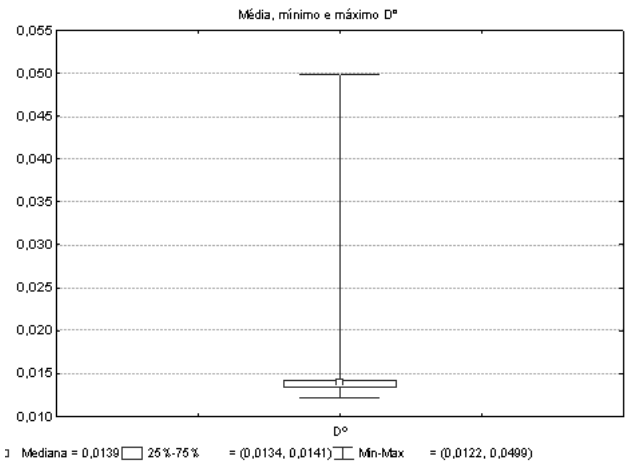


Figura 26. Mínimos e máximos para os valores de declividade na área de pastagem. Este gráfico permite visualizar melhor ainda o efeito da alteração do terreno sobre adeclividade do mesmo.

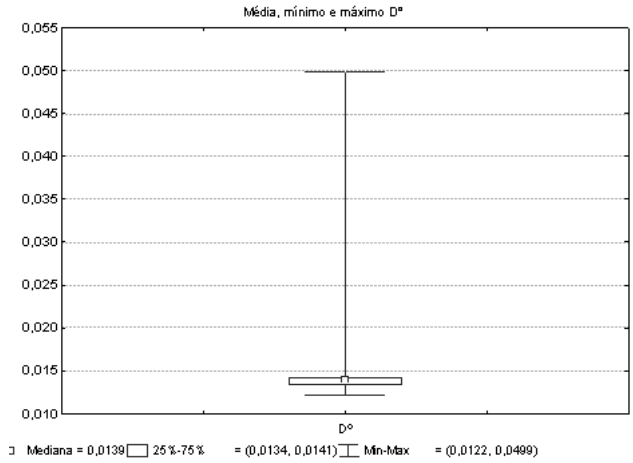


Figura 27. Desvio padrão e classes dos valores de declividade na área de pastagem. Neste diagrama de caixas visualisa-se os valores ajustados à média, cuja simetria sugere, como já foi dito, uma topografia virtualmente plana do lugar da área de pastagem.

os valores de declividade na verdade seguem *sim* uma distribuição normal, pelo qual as diferenças observadas se devem só às flutuações atribuíveis ao acaso, ou, como neste caso, a condições artificiais acarretadas pelo uso da terra, o que concorda com as observações de campo, pelas quais supõe-se que poderia dever-se a resquícios de antigos movimentos de terra feitos pelos donos da fazenda, já suavizados pela erosão ao passo do tempo.

Já no *cerrado* os valores observados seguem uma curva de normalidade mais ajustada à esperada, com uma leve assimetria dos dados à cauda negativa da curva de normalidade (vide Desvio Padrão e assimetria, respectivamente, (figuras 27 e 28).

Tal assimetria se explica pela descontinuidade nos dados, que levam à sua divisão em dois grupos de topografia diferenciada (figura 29), com características ecológicas também diferentes, ponto que será tratado na análise química de resultados.

A medida de Curtose mostra que em quanto ao alongamento dos dados a respeito da normal, eles estão achatados em relação a ela; porém, tendo em conta a assimetria, poderia-se dizer que de qualquer forma, apenas dentro dos valores

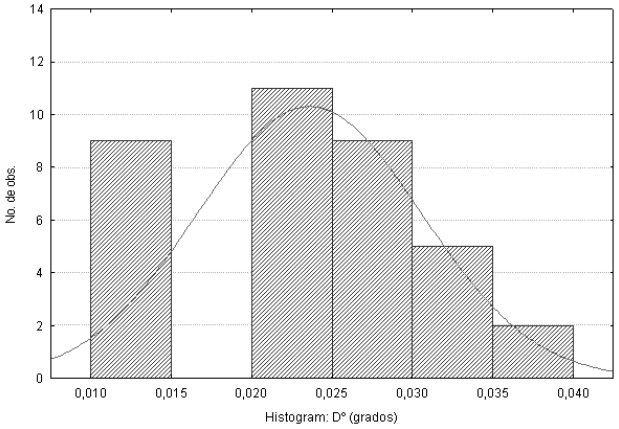


Figura 28. Histograma e curva normal para dados de declividade na área de cerrado. W=,918$_{p=,01}$

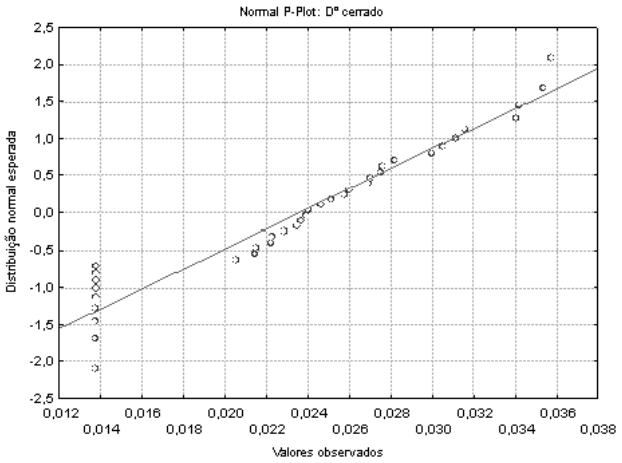


Figura 29. Valores de normalidade esperada para o cerrado.

esperados e próximos à Média (figura 30), e que tal achatamento provavelmente se deve ao fato, já dito, de que os dados pertencem a duas áreas bem definidas dentro da mata: uma área plana, correspondente ao sopé da colina onde se localiza o mato, e a colina propriamente dita, com seu aumento contínuo e suave da sua declividade.

A prova Shapiro-Wilk (W_{cal}=0,92$_{p=,01}$ > W_{esp} = 0,910$_{p=,01}$; anexo 2, Tabela 3), indica que não existem diferenças significativas na declividade no cerrado.

Densidade aparente do solo (D_S). A respeito da densidade aparente do solo, as amostras só foram pegas no eixo central da área de trabalho, tanto da área de pastagem quanto cerrado.

Na área de pastagem, os valores de densidade observados estão próximos à mediana mas não à Média (figura 31), onde a medida de assimetria indica o deslocamento dos valores observados à direita, o que quer dizer que, se bem é certo que há compactação, pelo menos com este tipo de medida não dá para atribuí-la completamente a causas exógenas (antropização) e sim a uma combinação entre elas e causas naturais.

Tal possibilidade se desprende da análise do valor positivo de Curtose, que,

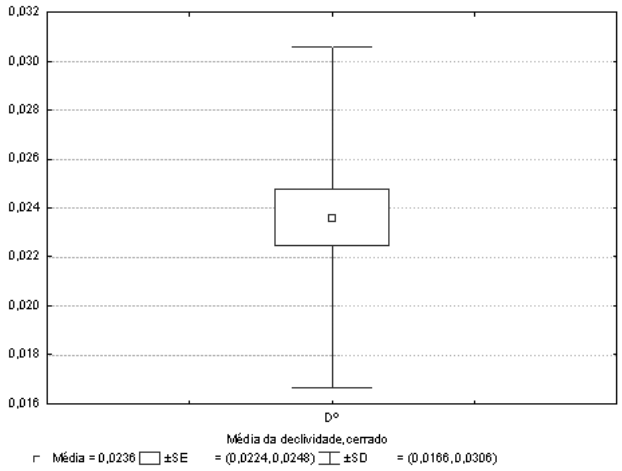


Figura 30. Valores e desvio padrão da Média dos dados da declividade, área de cerrado.

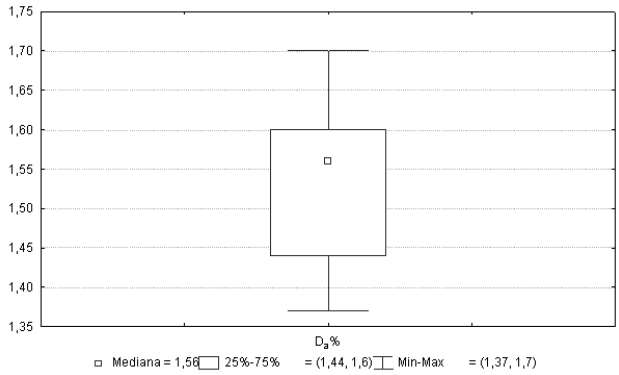


Figura 31. Valores mínimos e máximos da densidade do solo na área de pastagem.

embora possa ser considerado dentro do normal esperado, indica tal possibilidade, já que de qualquer forma indica um alongamento de tal distribuição.

Um ponto conclusivo para a Ds é obtido na análise de Shapiro-Wilk ($W=,97_{p=,9}$; > $W_{esp}=0,7_{p=,9}$), cujos resultados aceitam a hipótese que os valores seguem uma distribuição normal para esse nível de confiança (figura 32).

Tais resultados indicam que há uma diversidade de dados próximos à Média (figura 33), que, dentro do contexto espacial estudado, implica uma homogeneinização da densidade.

Em outras palavras, existe uma variação localizada significativa que favorece o aumento da Ds, acusada pelo alongamento negativo da cauda mostrado pela Curtose, pelo que provavelmente os valores observados de alta compactação da matéria orgânica, além do estado dis-climácico recorrente nessa área, indica que, dentro de um intervalo *x* de grado de intervenção antrópica, poderia-se dar uma certa reversibilidade das condições de densidade às normais esperáveis.

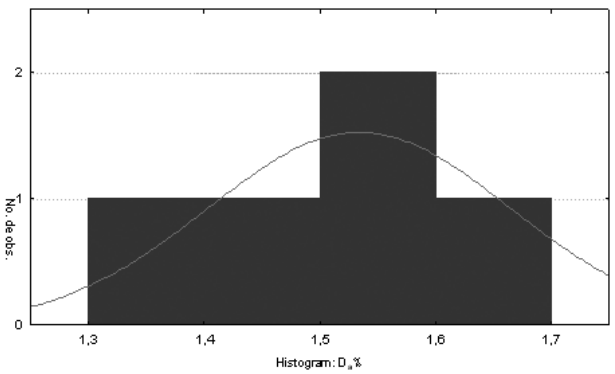


Figura 32. Curva normal da densidade do solo na área de pastagem. W=,97391$_{p=,9}$

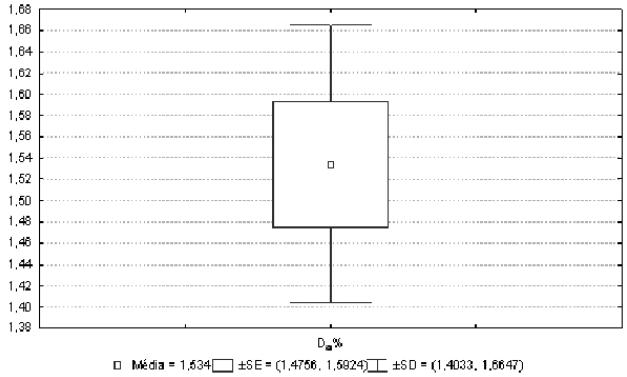


Figura 33. Média dos valores de densidade do solo calculados na área de pastagem, mostrando uma desvio padrão não significativo emrelação aos esperados.

O anterior depende do tipo de solo (ou seja, uma restauração passiva do solo), ao longo de um tempo *t*, se persistirem tais condições favoráveis de maneira constante durante tal tempo *t*. Todavia, esse é um tema que só pode ser sugerido neste estudo como uma hipótese de trabalho, mas não como conclusão inferida dos resultados obtidos.

Da análise de freqüências do cerrado, desprende-se que acontece um fenômeno inverso ao observado na pastagem, em cuja área a medida de assimetria indica que os valores estão mais deslocados aos valores mínimos de densidade, o que resulta esperável para uma área com cobertura vegetal natural, inclusive sugerindo valores esperáveis para solos orgânicos.

A medida de Curtose para esses dados ratifica uma distribuição dos dados ao redor da Média (anexo 2, Tabela 4; figura 34), cujos resultados do teste Shapiro-Wilk respaldam tal Curtose, qual aceita uma distribuição normal dos valores de amostragem. Em resumo, os valores observados dos dados para o cerrado se consideram próximos à Média (figura 35) e em favor de valores baixos de densidade.

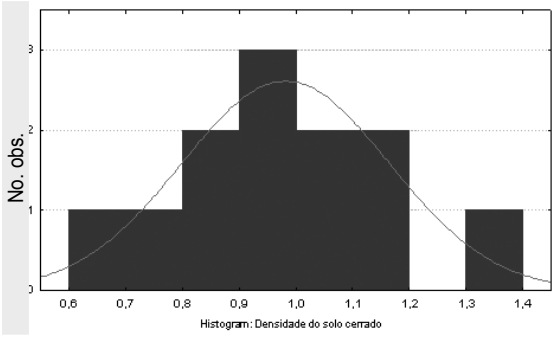


Figura 34. Distribuição normal dos valores da densidade do solo na área de cerrado. W=,99$_{p=,996.}$

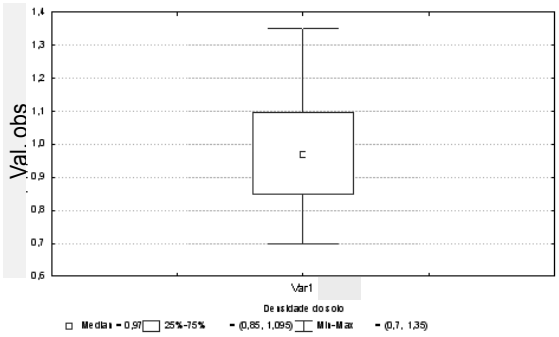


Figura 35. Média dos valores de Ds observados na área de cerrado. Nóte-se o deslocamento para o limite inferior, que indica umaa tendência à diminuição da Ds, esperável pela presença de cobertura vegetal diversificada.

7.1.1.2 INTERPRETAÇÃO ECOLÓGICA DO COMPONENTE FÍSICO DO ESTUDO

De acordo com os critérios de análise adotados, os valores observados na área de pastagem corresponde e até supera os esperáveis para solos minerais (1,10 a 1, 60 g cm^{-3}), com valores esperados para solos argilosos, que em média tem 1,60 - 1,70 g cm^{-3} . Entre tanto, os valores no cerrado estão mais acordes com os *esperados* para solos orgânicos. Em tais solos orgânicos os valores de densidade são inferiores à unidade, achando-se entre 0,60 a 0,80 g/cm3, em tanto que a média em solos arenosos está entre 1,25 - 1,40 g.cm^{-3}. Através da figura 36 pode ser interpretada a grande diferença em quanto à compactação, entre as duas unidades estudadas.

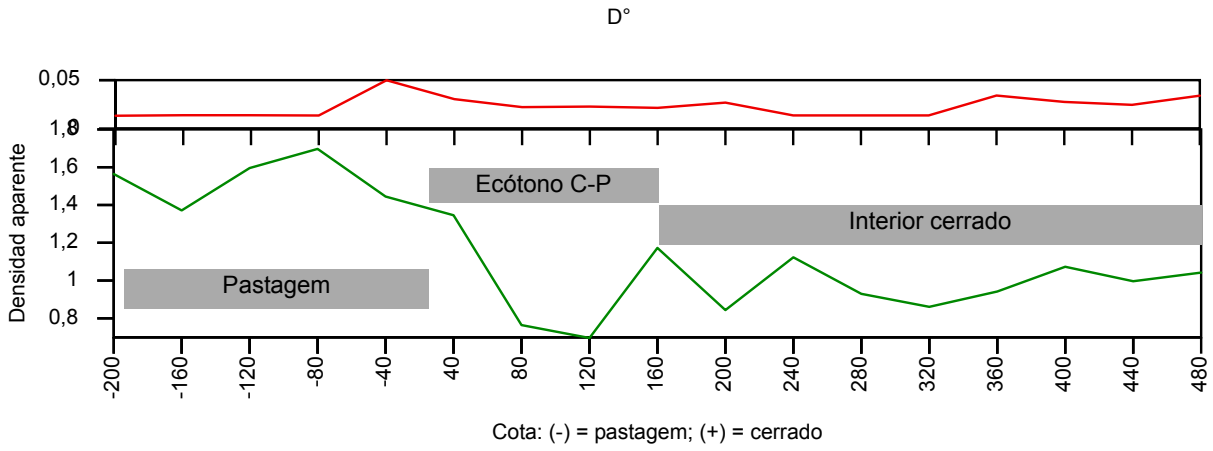


Figura 36. Valores da Ds no eixo central da área de amostragem. No enquadramento superior, declividade do terreno

Tais valores tão altos na área de pastagem são conseqüência da compactação do solo pela pisada do gado, que confere à lámina superficial do solo uma densidade até duas veces maior à esperada para solos dessa natureza, que giram ao redor de 0.70 - 0.80 g cm^{-3} (SENGIK,2005), o que, pelo inferido com os resultados estatísticos, significa homogeneinização do ambiente.

Cabe agregar que solos com densidade aparente entre 1,70 - 1,80 g cm^{-3} dificultam a penetração de raízes; solos com diversas texturas com D_s = 1,90 g cm^{-3}, ou solos argilosos com D_s = 1,60 - 1,70 g cm^{-3}, podem não apresentar raízes (KIEHL,1979, apud SENGIK, 2005).

Tais valores comparáveis para solos orgânicos ou próximos a ele, foram encontrados na faixa coberta pelas cotas da área de transição ao cerrado e já dentro dele, mas não de maneira contínua (vide cotas 80 e 120, e depois em 200, 280, 320 e 360); entre essas cotas, a D_s se eleva novamente, mas para valores esperáveis para solos arenosos. Esses menores valores de densidade coincidem com as faixas de menor declividade dentro do cerrado, qual não foi trabalhada com a Média e sim trecho a trecho.

Todavia, parece que não se trata de uma relação direta entre ela e D_s, senão mais bem às características do relevo do terreno, que influenciam positivamente a D_s (aumenta) nas áreas mais côncavas (por exemplo, cotas 160, 240) ou convexas (cotas 400, 480), e negativamente (diminui) nas área mais planas. Esta relação provávelmente se está dando porque, por um lado, nas áreas cóncavas o impacto da gota de chuva é mais direto, e por outro lado, são as áreas de depósitos de sedimento produto do escoamento superficial; enquanto às áreas convexas, obviamente são áreas com possível presença de minerais mais resistentes à erosão e/ou intemperismo, seja pela sua cosão ou pela sua estrutura química.

Isto que dizer que, embora uma área determinada possa contar com uma densidade aparente seguindo uma distribuição normal, a maior importância radica nas diferenças localizadas da densidade, que em termos ecológicos significariam diversidade de nichos funcionais e, portanto, diversidade biológica.

Em outras palavras, possivelmente na declividade fica refletida uma relação entre D_s e p relevo do terreno em comunhão com as características ecológicas e biológicas da área, expressada no acúmulo de matéria orgânica (M.O), a estrutura da vegetação e a diversidade de sistema radiculares segundo os diferentes tipos de plantas (diversidade), que a sua vez ocasiona diferenças na densidade aparente e real no solo. Já no capítulo correspondente à análise da M.O, será re-tomado o assunto novamente.

Agora, se temos em consideração a queda da D_s entre as cotas -40 e 40 (a primeira ainda dentro da área de pastagem), fica em evidência o caráter reversível para valores médios normais de densidade pelo tipo de solo, com o crescimento da mata para estadíos sucessionais mais avanzados, embora de maneira impredecível, o que fornece uma evidência física do caráter de ecótono de uma área de transição entre cerrado e pastagem.

7.1.2 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

7.1.2.1 ANÁLISE ESTATÍSTICA

PASTAGEM

A validação dos resultados foi feita usando os resultados obtidos com o tratamento estatístico das amostras compostas, apresentados na figura 37, de cuja comparação com os obtidos para amostras simples (figura 38), conclui-se que os dados tomados para a análise são representativos da área de estudo, quando comparadas suas medianas.

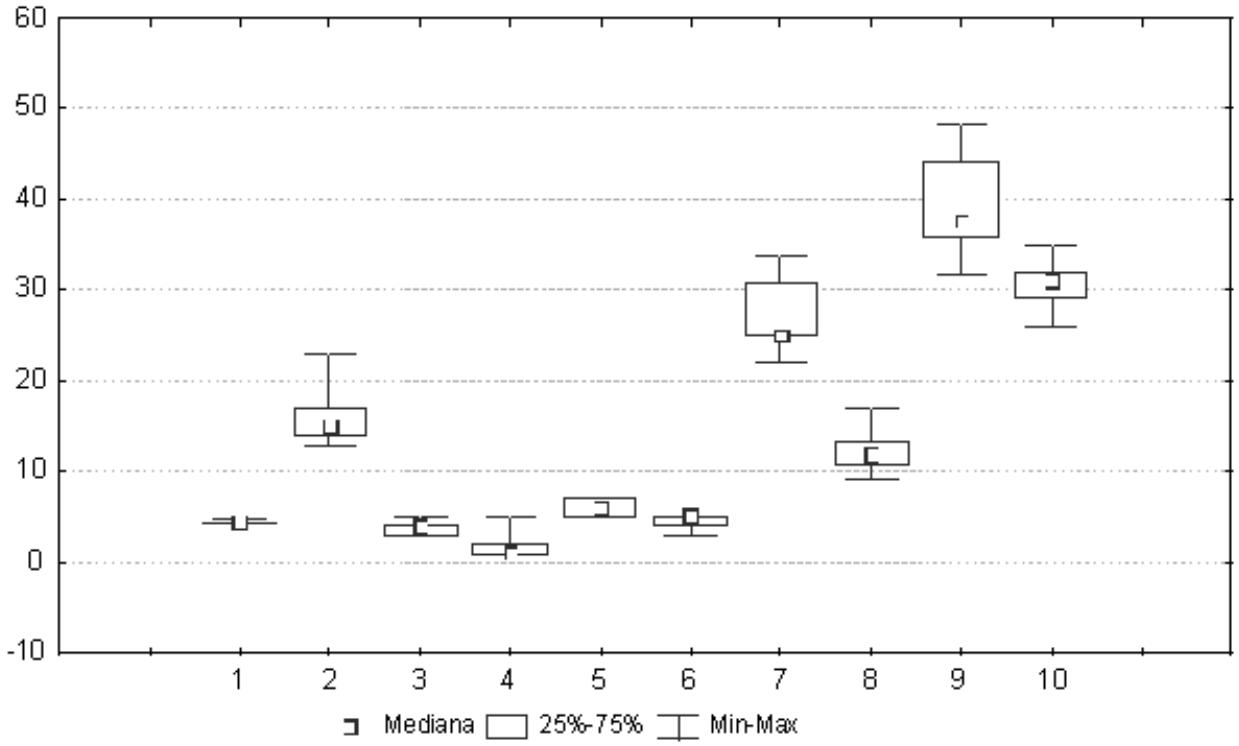


Figura 37. Box & Whisker Plot das diferentes propriedades químicas do solo, amostras compostas, área de pastagem. 1=pH em $CaCl_2$; 2 =M.O (mg/dm^3); 3=P_{resina} (mg/dm^3); 4=K; 5=Ca; 6=Mg; 7=H+Al; 8=SB; 9=T; 10=V %

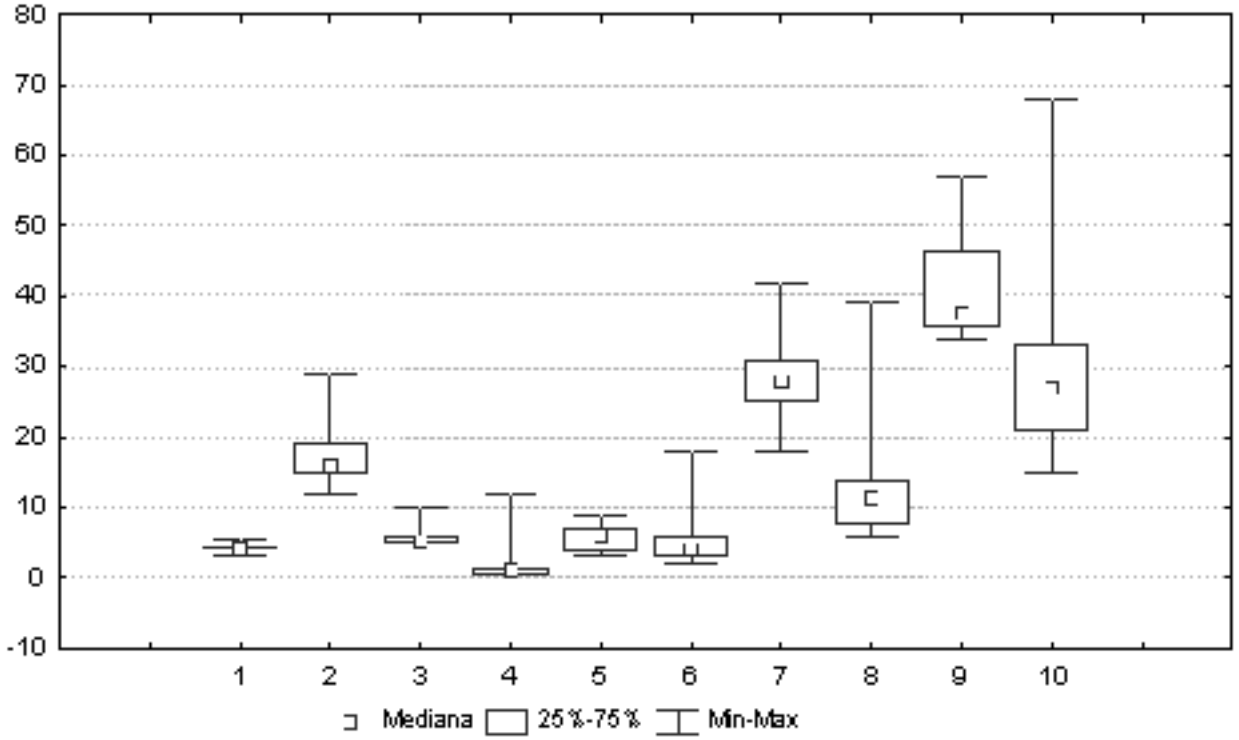


Figura 38. Box & Whisker Plot das diferentes propriedadesquímicas do solo,amostras simples, área de pastagem. 1=pH em $CaCl_2$; 2 =M.O (mg/dm^3); 3=P_{resina} (mg/dm^3); 4=K; 5=Ca; 6=Mg; 7=H+Al; 8=SB; 9=T; 10=V %

Porém, quando comparados suas mínimas e máximas, observam-se grandes anomalias em alguns casos, que evidenciam as perturbações que o terreno recebe, por causa da pressão antrópica nesta unidade de estudo, pelo qual, dificilmente poder-se-ão chegar a conclusões abrangestes para dita área.Todavia, desde o ponto de vista de uma análise dos impactos causados por tal pressão, resultarão valiosos na hora de propôr medidas corretivas contingentes e preventivas.

Na área de pastagem, o teste de assimetria indica um deslocamento dos valores para um aumento do pH, em tanto que o excesso de Curtose observado indica um forte deslocamento positivo, neste caso, referido à presença de um pico mais agudo em relação à normal, efeito de um dado anômalo em relação ao valor esperado (compare-se dados observados vs. esperados na figura 38).

Na área de pastagem (N=15), o teste W para pH_{CaCl2} aceita uma distribuição normal dos dados (figura 39a, pág 44). O teste de assimetria indica uma agregação dos valores crescentes de pH, em tanto que a Curtose observada indica apenas um deslocamento positivo em relação à normal. Todavia, observou-se que um pouco mais da metade dos valores localizam-se por baixo da média (correspondente a pH ácido), verificado com a mediana dos dados (figura 38; anexo 2, Tabela 6). De qualquer forma, os dados distribuídos na cauda positiva da curva normal indicam claramente a tendência à diminuição da acidez do solo nesta área. Segundo a classificação sugerida por CAMARGOS (2005), a área é classificada como de acidez "alta" .

A respeito do teor de matéria orgânica (M.O), a análise de freqüências mostra uma assimetria deslocada à esquerda, o que quer dizer que os valores observados estão por baixo dos esperados para essa área, porém probabilisticamente próximos à Média quando analisados com Curtose (anexo 2, Tabela 6).

O teste Shapiro-Wilk (W_{esp}= $0,825_{p=,01}$), aceita uma distribuição normal dos dados para esta variável (figura 39b, pág 44). Isto a sua vez significa que as diferenças

no teor de M.O não são significativas e estão homogeneizadas por baixo do esperado. o valor médio da variável M.O. classifica-se como “médio”.

Os resultados de Shapiro-Wilk para os valores de P (figura 39c, pág 44) rejeitam a hipótese nula. O test de assimetria desta variável indica que a distribuição de dados está mais voltado para valores menores aos esperados. A medida de achatamento da distribuição dos dados (Curtose), mostra que os dados estão próximos à Média. O elemento P fica classificado entre muito baixo e baixo.

Enquanto à variável Ca, ela apresentou uma distribuição normal e, pela Curtose, com valores um pouco longe da média, (anexo 2, Tabela 6; figura 39d, pág 44). A média desta variável (5,73 mmolc/dm^3), indica teor baixo deste elemento (TOMÉ JR, 1997, citado por CAMARGOS, 2005), vide anexo 1, Tabela 6. Tais resultados concordam com o esperável em condições de acidez alta (DA SILVA & SOUZA, 2007).

A medição da Skewness para esta variável, sugere que sua distribuição dos dados é simetrica, porém um pouco deslocados à esquerda, o que permite interpretar que o teor realmente está abaixo do ideal para um terreno considerado fértil, ou, como se percebe na figura 39d (pág 44), há ausência de valores esperáveis que afetam a distribuição normal dos dados, tal e como mostram os resultados segundo o teste de Shapiro-Wilk.

A variável K^+, mostrou-se, no teste de assimetria, com uma exagerada assimetria na distribuição dos dados, com cauda positiva longa, onde a maioria dos valores ficam confinados numa faixa estreita e com acusada tendência a valores muito menores aos esperados, com um mui alto pico na medição do Curtose. Para o tamanho da amostra, o teste Shapiro-Wilk indica que esta variável não segue a distribuição normal , que em outras palavras, sugere que as diferenças nos valores de K na área de pastagem, são significativas (figura 39e, pág 44).

De acordo com o valor da média de K e para a CTC calculada, cualificaria-se como “adequado”. Porém, os mínimos e máximos em relação à mediana e em comparação a essa média na variável K, indicam o efeito de outliers no resultado, por causas de fatores extrínsecos ao sistema.

Sendo a mediana uma medida robusta e resistente da tendência central (WILKS,1995), e tendo em conta os resultados da normalidade dos dados, a qualificação do teor de K fica classificada como “média”.

Os resultados mais acusados de assimetria positiva, foram obtidos na medição Skewness para Mg, mostrando que as discrepâncias entre média e mediana são significativas (anexo 2, Tabela 6) e em favor de valores por baixo aos estatísticamente esperados; aliás, o teste Shapiro-Wilk, rejeita a hipótese de distribuição normal de tais dados (figura 39f, pág 44).

O valor de Curtose negativo, sugere que os valores apresentados estão longe da Média, ou, em outros palavras, mui dispersos. Mg apresentou um teor qualificado como “médio” (Tabela 2). Tais resultados indicam um ambiente heterogêneo enquanto a esta variável.

A respeito da H+Al (figura 39g, pág 44), os resultados do teste de Shapiro-Wilk aceitam uma distribuição normal dos dados, coerente com os resultados obtidos para acidez do solo Os testes de assimetria e Curtose (anexo 2, Tabela 6) mostraram-se apenas positivos, sobretudo a primeira, o que corrobora o dito a respeito ao pH-$CaCl_2$.

Como pode ocorrer Al trocável e baixa CTC efetiva, deve-se esperar alta saturação por Al (CAMARGOS, 2005). Segundo a classificação de RIBEIRO et. al (1999) e CFSEMG (1999), citados por CAMARGOS (2005), a média do teor de H+Al considera-se como "médio" (Tabela 2).

A inconsistência é dada pela ausência de valores na faixa dos 35-40 $mmol_c/dm^3$, fato que sugere a medida de assimetria, cujo resultado indica que aparentemente os dados estão um pouco voltados à esquerda, embora sigam uma distribuição simétrica.

A medida de achatamento negativo apresentado pela Curtose, que sugere uma dispersão dos dados, sugere igualmente uma anomalia na ausência de dados na faixa mencionada.

Na soma de bases (SB), observa-se grande assimetria positiva dos dados na distribuição da probabilidade, ou seja, uma grande tendência para valores por baixo aos esperáveis e apenas dispersos.

A medida de Curtose sugere que os valores estão concentrados ao redor da Média de tal forma, que não sugere outra coisa diferente à subtração intensiva dos elementos químicos que compõem esta variável.

O teste de Shapiro-Wilk aceita uma distribuição normal dos valores, cuja de exagerada Curtose positiva, produto do alongamento da curva em relação à normal, e uma alta assimetria positiva na distribuição dos dados (anexo 2, Tabela 6), é causada pela agregação de dados por baixo da média, como se pode deduzir ao comparar seu valor com a mediana (figura 39h, pág 44). A variável ficou classificada como de teor "baixo" (Tabela 2, pág 22).

Enquanto aos valores de T, os dados se mostram também bastante assimétricos (figura 39i, pág 44), porém com uma Curtose sugerindo uma distribuição de dados perto da gaussiana. Isto concorda com o teste de Shapiro-Wilk, que interpreta os dados como acordes para uma distribuição normal.

Todavia, embora mostrasse distribuição normal, os valores encontraram-se agregados bem por baixo da média, como se verifica através da sua mediana. Igual que

a anterior, esta variável ficou classificada como de teor "baixo" (Tabela 2, pág 22).

Por último, a variável V%, também classificada como as duas anteriores (anexo 1, Tabela 6), mostrou-se com uma assimetria dos dados em quanto ao valor acusado, apresentando descontinuidade e ainda com excesso de Curtose a conseqüência dessa mesma descontinuidade.

Dessarte, ocasiona uma aparente dispersão dos valores e uma concentração dos mesmos numa faixa por baixo aos esperados (figura 39j, pág 44).

Interpretando tais resultados para a área de pastagem, embora o lençol correspondente a serrapilheira seja dominado pelo caráter ácido, é clara a tendência à diminuição de dita acidez, seguramente devido aos corretivos para seu uso através da calagem.

Na camada de 0-20 cm, normalmente encontram-se valores médios que vão aumentando em relação aritmética com o aumento do pH. Por tanto, desvios estatísticos significativos podem ser atribuídos a fatores extrínsecos como adubação, calagem, etc (CAMARGOS, 2005), que de fato é o que acontece nesta área de amostragem.

Todavia, os resultados dos teores de M.O., Mg e P_{resina} apontam para uma baixa fertilidade para solos de áreas de cerrado, conforme já constatado por outros autores (SOUSA & RITCHEY, 1988, apud MOREIRA et. al, 2005). Cabe sinalar que, para diferentes culturas um excesso de Ca em relação ao Mg e K na solução do solo, pode prejudicar a absorção desse último e vice-versa (Moreira et al., 2005, VENTURIN et al., 2000).

A baixa CTC Total mostrada pela média de T (Tabela 2 pág 22; CFSEMG, 1999), teóricamente indica alta lixiviação de cátions (Tabela 1, pág 22).

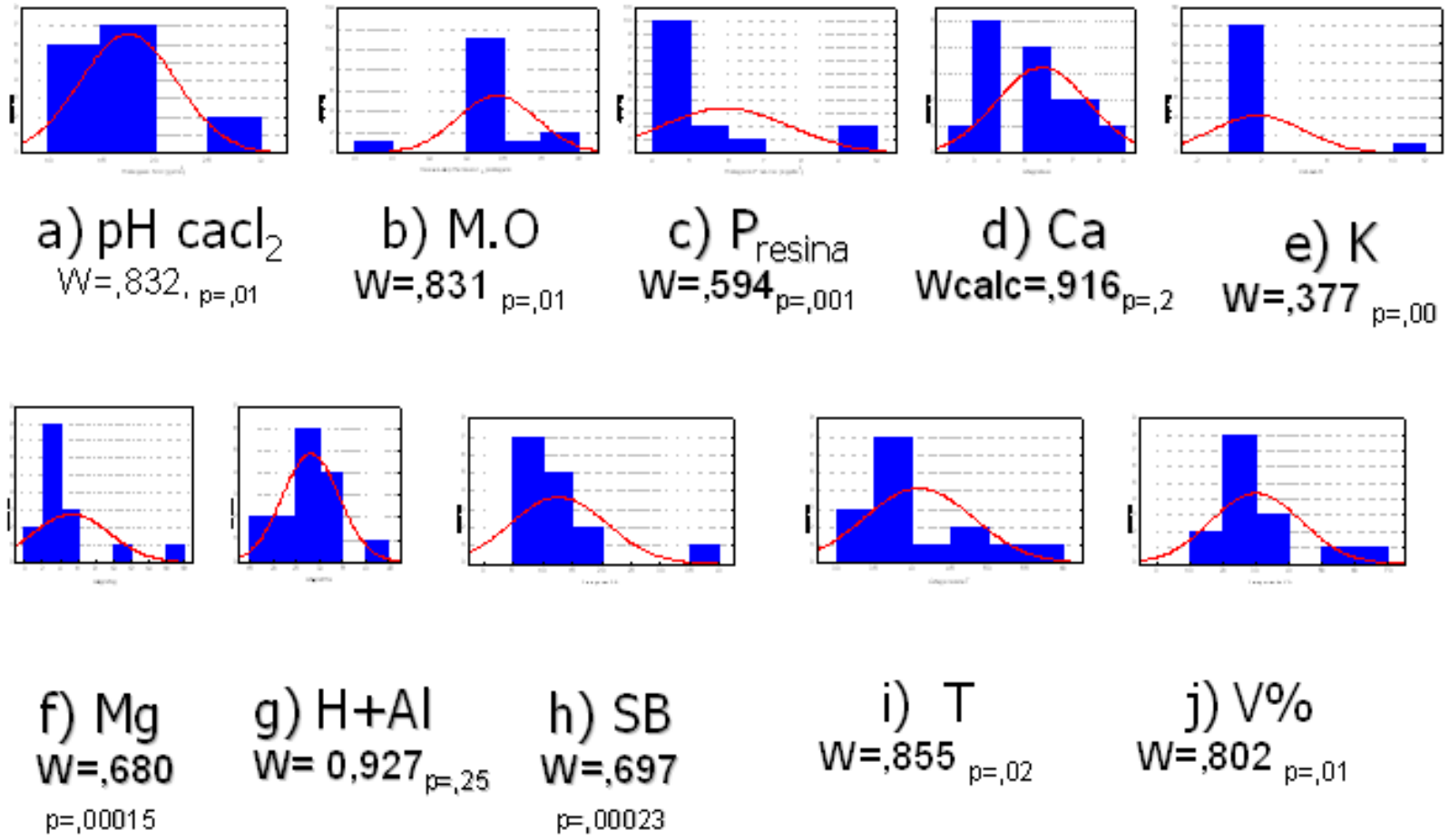


Figura 39. Valores de normalidade na área de pastagem para as diferentes variáveis químicas. Sua interpretação foi feita de acordo com o teste Shapiro-Wilk. Wesperado (n=15) $P_{\leq,01}$, = 0,825; $P_{,02}$, = ,855; $P_{,05}$, = ,881; $P_{,99}$ = ,987. Normalidade esperada:—

Por seu lado, V%, que por sua média se qualificariam como “muito baixa” (de acordo com RIBEIRO et al., 1999 e CFSEMG, 1999; anexo 1, Tabela 6), em consonância com os testes estatísticos usados, sugerem uma subtração intensiva dos elementos químicos que compõem esta variável.

CERRADO

Os resultados são apresentados graficamente (figura 40), de cuja comparação com os obtidos para amostras simples (figura 41), concluiu-se que os dados tomados para a análise são representativos da área de estudo. Como na área de pastagem, a validação dos resultados foi feita usando os resultados obtidos com o tratamento estatístico das amostras compostas.

Do compêndio dos estatísticos resultantes para amostras simples na área de cerrado (figura 41), visualisa-se claramente que na maioria dos casos, tais valores se apresentam por baixo dos esperados.

No cerrado, o teste Skewness para o pH (em $CaCl_2$), sugere uma distribuição dos dados levemente deslocados à esquerda e levemente achatados, porém aceitáveis como correspondentes a uma simetria normal.

Agora a Curtose sugere uns valores um pouco por baixo dos esperados (figura 42a, pág 49). Segundo o sistema de classificação adotado, a área se pode considerar como de acidez "extremamente alta" (Tabela 1, pág 22).

Para esta variável e segundo o teste Shapiro-Wilk, os valores indicam que não segue uma distribuição normal,. Disserte, aceita-se que existem diferenças significativas na serrapilheira quanto à variabilidade de pH.

Isto quer dizer que o pH nesta área é heterogêneo, pelo que fica questionada a certidumbre da classificação do pH, pelo qual ela será re-considerada em conjunto com

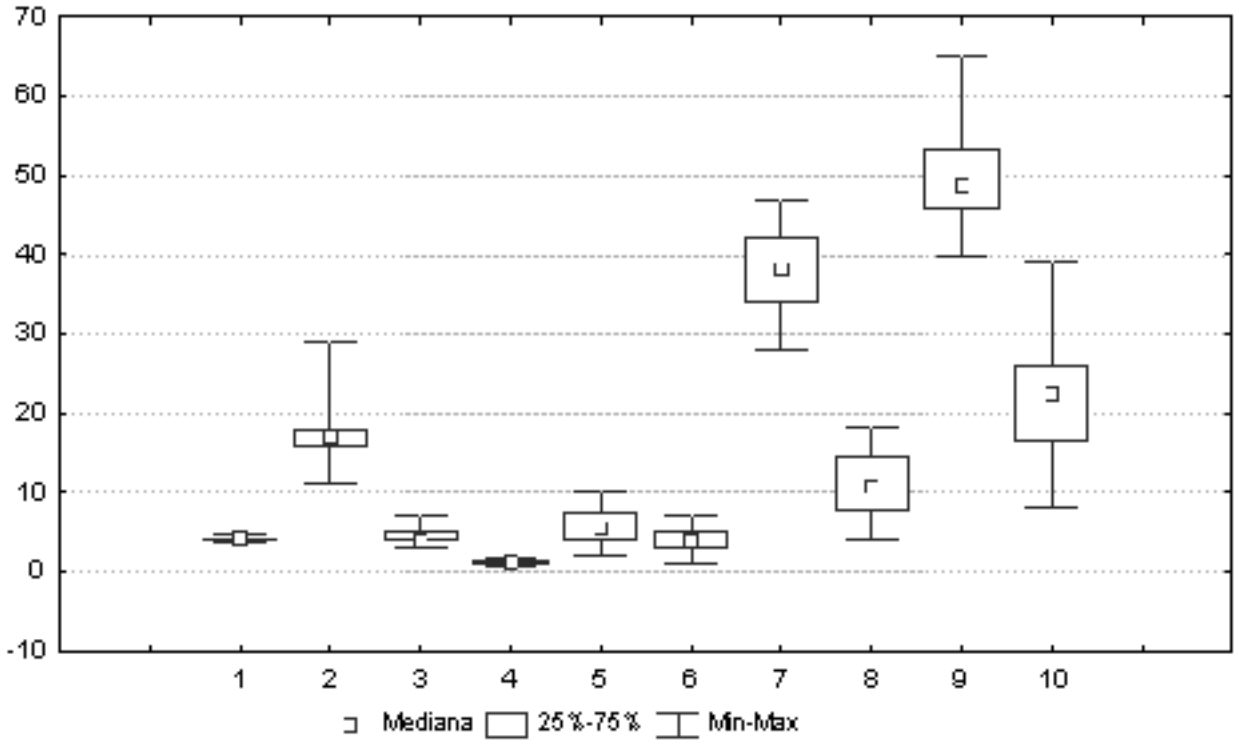


Figura 40. Box & Whisker Plot das diferentes propriedades químicas do solo, amostras compostas, área de cerrado. 1=pH em $CaCl_2$; 2 =M.O (mg/dm^3); 3=P_{resina} (mg/dm^3); 4=K; 5=Ca; 6=Mg; 7=H+Al; 8=SB; 9=T; 10=V %

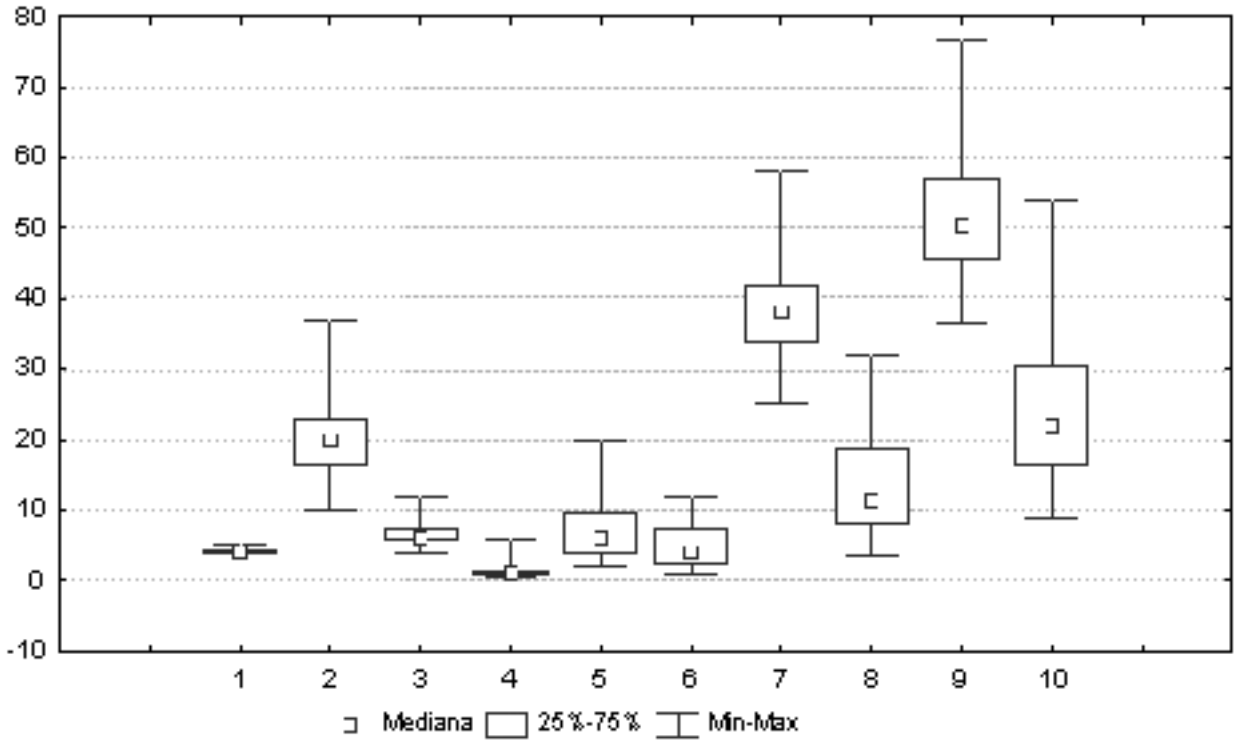


Figura 41. Box & Whisker Plot das diferentes propriedades químicas do solo, amostras simples, área de cerrado. 1=pH em $CaCl_2$; 2 =M.O (mg/dm^3); 3=P_{resina} (mg/dm^3); 4=K; 5=Ca; 6=Mg; 7=H+Al; 8=SB; 9=T; 10=V %

as outras variáves, sobretudo com H+Al, SB e CTC total (T), que afetam diretamente uma valorização do pH.

Caso contrarío enquanto à normalidade apresentou-se na variável M.O, onde o teste Shapiro-Wilk indica uma distribuição normal dos valores (figura 42b, pág 49). O valor da média observada para M.O. se classifica como “média” (Tabela 2, pág 22).

Todavia, como no caso anterior, o teste Skewness para esta variável mostra uma aceitável simetria em seus valores mas com cauda positiva um pouco longa, entanto que a Curtose evidência um achatamento nos dados observados que sugere um cálculo de valores um pouco por baixo dos esperáveis para esta variável (anexo 2, Tabela 6).

Para a variável Presina (figura 42c, pág 49), o teste Shapiro-Wilk aceita uma distribuição normal dos valores. Agora, segundo os resultados do teste de Skewness, os valores seguem uma distribuição assimétrica com cauda positiva, por causa da agregação de um maior número de dados por baixo da média (anexo 2, Tabela 6; mínimos e máximos na figura 42c, pág 49). Segundo a Tabela 2 (pág 22), o teor de P se classifica como “baixo”.

No caso da variável Ca, embora mostras-se uma distribuição normal (figura 42d, pág 49), tais valores acharam-se longue da média segundo a medida de Curtose (Tabela 2, pág 22)

Para Mg o teste Shapiro-Wilk aceita a distribuição normal dos valores (figura 42e, pág 49) e o valor da média observada se classifica, como “média” (Tabela 2, pág 22); já a medida Skewness sugere que os valores estão próximos de uma simetria normal, ao igual que Curtose na medida do achatamento da distribuição (anexo 2, Tabela 6).

O caso mais discordante em quanto a simetria e Curtose, foram os resultados para K (figura 42f, pág 49), que mostraram-se significativamente com maior assimetria positiva e médias por cima das medianas, indicando agregação de um maior número de dados por baixo da média . Os estatísticos rejeitam a hipótese de uma distribuição normal em qualquer um dos testes para esta variável (anexo 2, Tabela 6).

Seguindo a classificação da Tabela 2 (pág 22), e de acordo com a média e a mediana (anexo 2, Tabela 6), o teor de K observado se classifica entre “médio” e “adequado”.

No caso do H+Al, o teste de Shapiro-Wilk, considera os resultados com distribuição normal, simétricas e com caudas positivas levemente longas (anexo 2, Tabela 6; figura 42g, pág 49). A classificação para esta variável é de “acidez potencial média” (Tabela 2, pág 22).

O resultado da segunda variável coincide com a classificação da CTC Total, que, em conjunto com a classificação “baixa” da soma de bases (SB), indicam uma grande limitação da decomposição da matéria orgânica (Tabela 2, pág 22). Voltando à discusão sobre o pH, isto significa que ele encaixa melhor numa classificação de "acidez alta" ao contrário de "Acidez extremamente alta" (FAGERIA, 2004; CAMARGOS, 2005).

Os resultados para SB, da qual já foi dito que encaixa numa classificação de "baixa", estipulam que, sob o teste Shapiro-Wilk, é aceita uma distribuição normal dos valores (figura 42h, pág 49).

A medida de Skewness para esta variável indica uma aceitável simetria na distribuição dos valores, porém deslocada par a esquerda, o que significa que tais valores estão um pouco por baixo dos esperados, entanto que sua Curtose mostra tais valores muito próximos à Média.

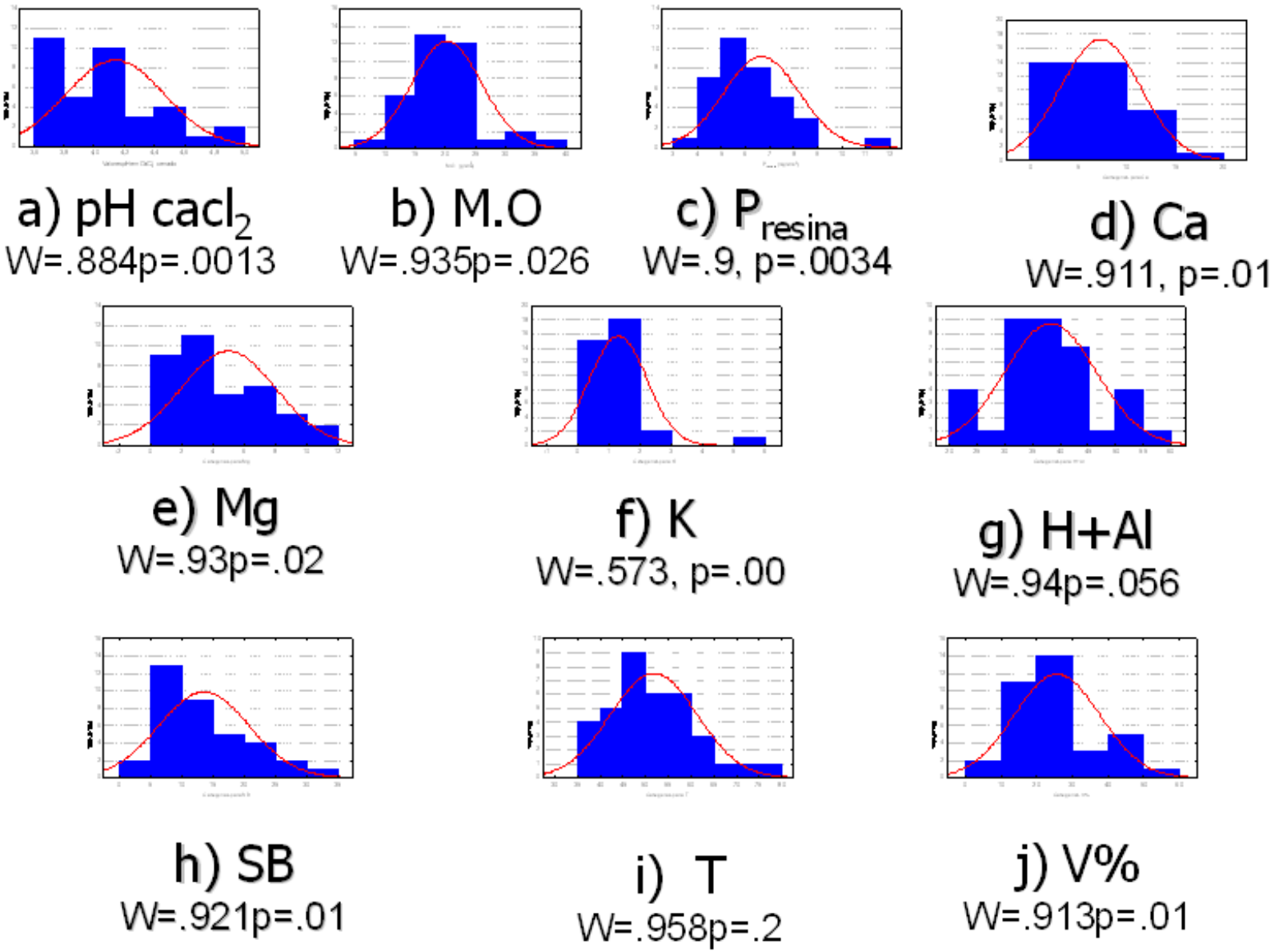


Figura 42. Valores de normalidade na área de cerrado para as diferentes variáveis químicas. W esperado (n>30) $P_{\leq,01}$, = 0,900; $P_{,02}$, = ,912; $P_{,05}$, = ,927; $P_{,99}$ = ,900. Normalidade esperada:—

Em termos de simetria e Curtose, encontrou-se igual caso para T, e o teste Shapiro-Wilk aceita uma distribuição normal dos valores observados (figura 42i, pág 49), pelo qual se aceita que tais valores indicam, a esse nível de significância, a capacidade de troca de cátions potencial do solo, na serrapilheira do cerrado.

Por último, temos a percentagem de saturação por bases (V%), cuja medida Skewness apresentou-se de maneira similar à anterior mas com um excesso de Curtose negativo, o que indica um achatamento em relação à normal, disserte, seus valores estão um pouco longe da Média. Entanto que, sob o teste Shapiro-Wilk, aceita-se que tais valores tem sim distribuição normal (figura 42j, pág 49).

7.1.2.2 COMPARAÇÕES ENTRE ZONAS

A partir dos testes de normalidade, compararam-se as variáveis químicas entre cerrado e pastagem com o teste t-Student para amostras independentes (anexo 2, Tabela 27). Os resultados foram validados com o teste de homocedasticidade (Levene), e aceitam que existem diferenças significativas só nas variáveis, pH_{CaCl2}, H+Al e CTC total (T) .

A diferença em pH é devida à alta variância da variável na área de cerrado, em tanto que os resultados da CTC total indicam que, embora as médias não se apresentem diferenças significativas na proporção ocupada pelos cátions úteis (Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+}) do total de cargas negativas existentes no solo (V%), há um efeito relevante na dispersão dos valores (comparem-se os mínimos e máximos das variáveis na figura 43).

Segundo o perfil de valores das variáveis estudadas, há um drástico aumento do teor de nutrientes na área de transição entre o cerrado e a pastagem, isto provavelmente pelo acúmulo de matéria orgânica por ser a área topograficamente mais plana e de mínima declividade.

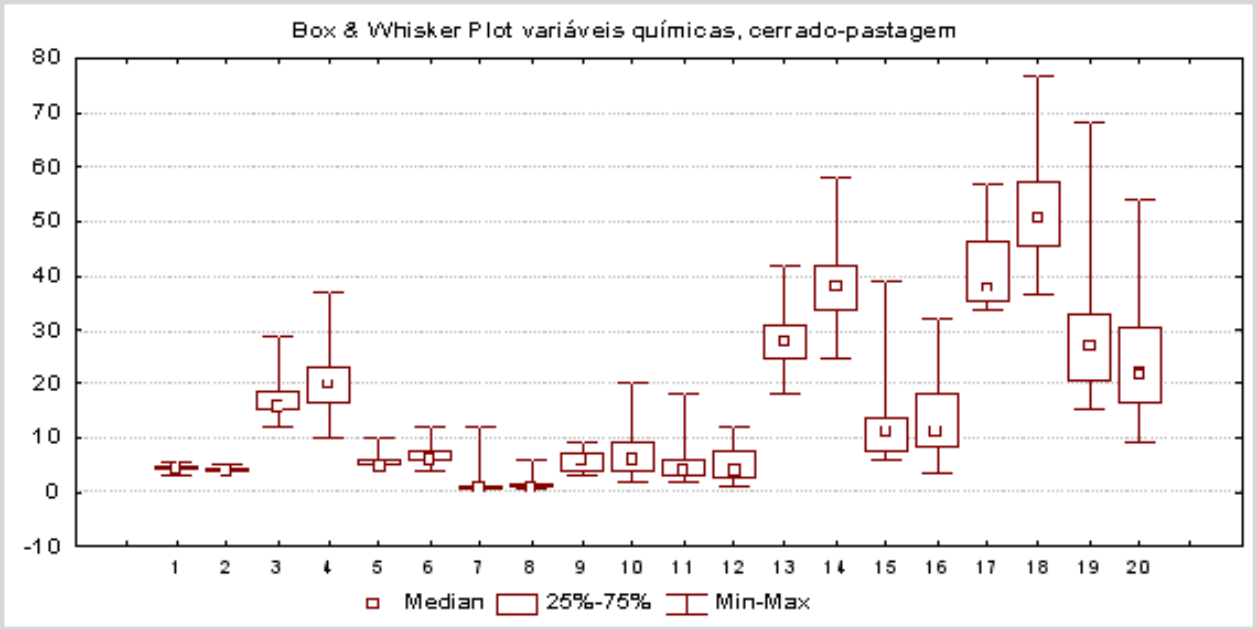


Figura 43. Box e Whisker Plot das diferentes propriedades químicas da serrapilheira, cerrado e pastagem.
1. pH-$CaCl_2^{past}$; 2. pH-$CaCl_2^{cerr}$; 3. $M.O^{past}$; 4. $M.O^{cerr}$; 5. P_{resina}^{past}; 6. P_{resina}^{cerr}; 7. K^{past}; 8. K^{cerr}; 9. Ca^{past}; 10. Ca^{cerr}; 11. Mg^{past}. 12. Mg^{cerr}; 13. $H+Al^{past}$; 14. $H+Al^{cerr}$; 15. SB^{past}; 16. SB^{cerr}; 17. T^{past}; 18. T^{cerr}; 19. V $\%^{past}$; 20. V $\%^{cerr}$

Esse aumento de nutrientes indica uma maior dinâmica no ciclo de re-incorporação deles ao sistema vivo, pelo tipo de vegetação común a essa área (herbácea, arbusíva), cujo caráter não perenne da maioria delas, sugere um tipo de dinâmica esperável em um ecótono, *sensu stricto*.

Outra evidência que sugere a aceitação deste tipo de área como ecótono sensu stricto, é o comportamento do íon K, já que inclusive em estudos com aplicações de técnicas de geostatística, comporta-se de maneira inexplicável, quando à variabilidade para ela esperada, que pode ser devida a erros de medida e microvariações não detectadas, considerando a distância de amostragem utilizada (CAVALCANTE et al., 2007).

Isso aponta à alta heterogeneidade espacial espereda para este elemento, como hipótese de trabalho, que poderia atribuir à presença de outliers: observações na área de pastagem específicamente, que apresentam um grande afastamento das restantes ou são inconsistentes com elas (FIGUEIRA, 1998).

Tais resultados apontam à acidez da camada superficial do solo como fator crítico na variabilidade química desse solo, o que concorda sua vez com os valores por baixo dos esperados achados para as outras variáveis. Cabe lembrar que em solos ácidos encontra-se, normalmente, alumínio trocável.

Como se sabe, a presença de Al no solo constitui-se em um dos principais fatores limitantes ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Em decorrência disso, muitas vezes é referida ao íon alumínio trocável e na solução do solo como sendo uma acidez nociva (DA SILVA, 2007).

7.1.2.3 INTERPRETAÇÃO ECOLÓGICA

Fazendo um compêndio de todas as interpretações anteriores, tem-se o seguiente:

Os valores resultantes e os estatísticos que eles fornecem para os solos da área de amostragem em geral indicam acidez (medida como pH em $CaCl_2$) entre alta e muito alta. (figura 44).

Na área de pastagem, os valores mudam de maneira abrupta sem seguir algum

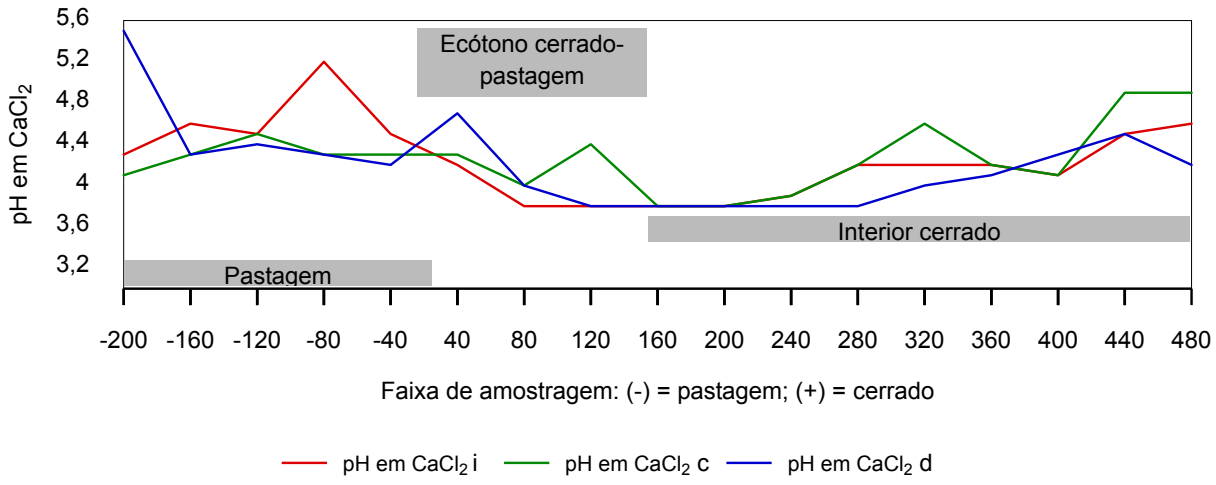


Figura 44. Variação dos valores de pH em $CaCl_2$

padrão aparente em quanto às variáveis químicas estudadas, passando de valores de acidez média (pH 5,6) para um pro-médio de "muito ácidos" (pH 4,3) entre dois pontos de amostragem contíguos.

Tais mudanças abruptas do pH acontecem tanto no eixo longitudinal da malha de amostragem, quanto no eixo transversal dessa malha, sobretudo na faixa dos -200. É de supor que os valores de pH próximos acima de 5,0, devem-se a evidências de tratamento do terreno (calagem) e não à condição de pH esperável nessa área de maneira natural.

Entretanto, de acordo com o esquema de classificaçao adotado, os valores obtidos para Acidez Potencial (H+Al) indicam um solo de fertilidade em grande parte média (figura 45) com tendência a "baixa" na área de pastagem e um aumento drástico (classificado como "bom") no ecótono pastagem-cerrado, diminuindo novamente já nas áreas interiores do cerrado. Novamente, este resultado indica a condição de ecótono da área de transição entre a pastagem e o cerrado.

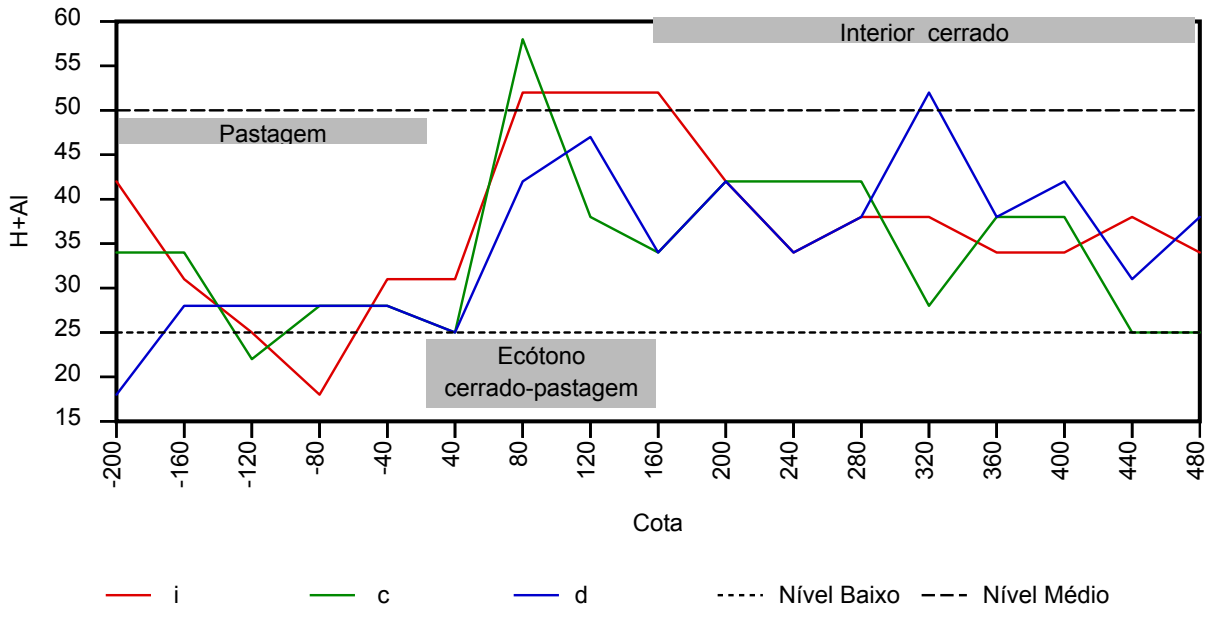


Figura 45. Valores de acidez (H+Al) da área para amostras simples ($mmol_c/dm^3$)

Dito de outra forma, existe grande variabilidade de tendências de acidez potencial em cada área estudada, com lugares mais ou menos suscetíveis ao deterioro ambiental no caso do cerrado, e de recuperação aos valores normais para da camada orgânica superficial do solo, tanto na área antropizada quanto na natural, nos locais menos férteis.

Em resumo, ao fazer a maior dinâmica de incorporação de nutrientes ao solo, acontece não onde a cobertura vegetal arbórea, mas sim naquele onde é dominante a presença de cobertura arbustiva e sobre tudo herbácea, que inclui um sob-bosque mais rico em vegetação não perene. Por tanto, é provável que a velocidade de incorporação de nutrientes no solo resulte mais alta nesta zona.

Por outro lado, a percentagem de saturação por bases a pH 7.0 (V%) a nível comparativo entre eixos e cotas, corroboram a análise feita para pH em $CaCl_2$, toda vez que os valores nesta faixa estão significativamente por fora dos valores esperados (figura 46), com um fato importante: geralmente tais valores estão abaixo da média na área de pastagem e acima no cerrado, o que faz supor o pH nessa área estaria voltando para os valores médios esperados.

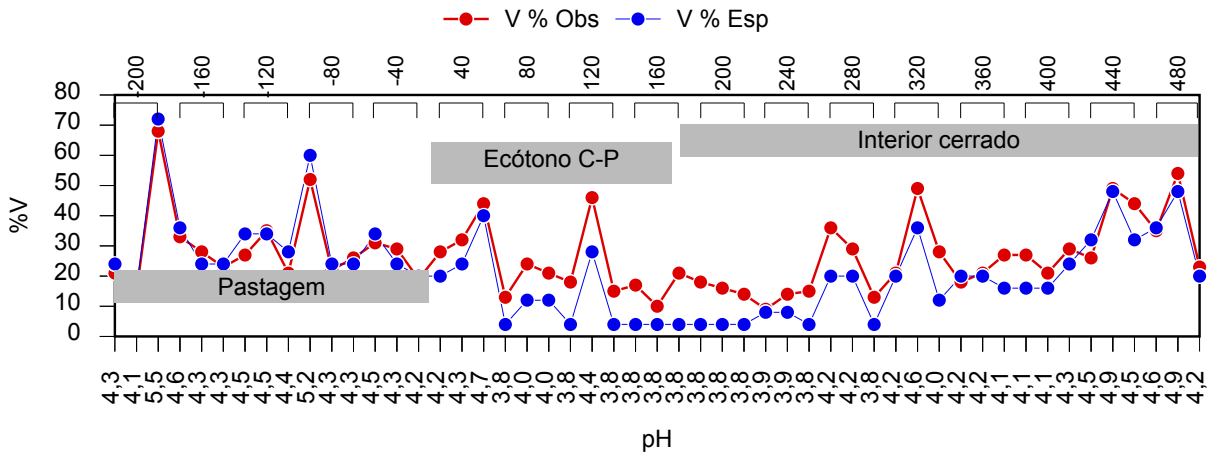


Figura 46. Comparação entre %V observado e esperado na área de amostragem com base nas amostras simples. Valores na figuraaAcima, relação de cotas. Valores médios esperados tomados de CAMARGOS (2005).

Por tanto, tais resultados sugerem que, desde o ponto de vista do comportamento físico e químico, uma área de transição entre o cerrado e pastagem deve ser considerada como um ecótono *sensu stricto*, já que fica evidente que é uma área de tensão pela competição pelos nutrientes, sobre tudo a respeito da disponibilidade do potássio como variável crítica.

Entretanto na área de cerrado, que também apresenta valores de pH baixos, porém mais ajustados à média esperada, indica e confirma que de qualquer forma a área é extremamente frágil perante à antropização, não só as decorrentes pela intervenção direta sobre a mata, mas também pelas decorrentes nas suas proximidades.

De qualquer modo, os dados de V% esperados deixam em evidência que a área toda na sua superfície é muito pouco fértil (V% < 50), possivelmente distrófico se fosse feita a análise em todo o perfil), cuja vegetação se mantem graças à fina capa de serrapilheira criada por ela mesma, que na medida em que vai-se decompondo, libera os nutrientes que, segundo VIADANA (2005), se armazenam em lentes hídricas na sub-superfície disponibilizando-os à vegetação arbórea e arbustiva, em virtude de possuírem um sistema radicular bastante profundo e desenvolvido.

Todavia, a pressão antrópica ocasionada pelo corte abrupto da mata, ao parecer intensifica a lixiviação de nutrientes (já documentado por outors autores), que a sua vez limita a evolução da mata, levando-o para um círculo vicioso de paulatino enfraquecimento e, por tanto, de colapso do sistema todo e, em questão de tempo, desertificação.

Em outras palavras, num fragmento pequeno de bosque, pelo menos no cerrado, ao nível químico acontece um fenômeno explosivo de oferta de nutrientes nas áreas mais expostas dele, porém, essa camada de nutrientes são rapidamente assimilada.

Tal asseveração parte das evidências do significativamente baixo pH nas faixas entre 40 e 280 m, correspondente à área de transição (ecótono) entre bosque e pastagem, que possivelmente permanecem em estado dis-climácico[5] como conseqüência do efeito de borda.

Já as diferenças dos valores de pH depois da faixa 280 (a partir da qual o pH começa a aumentar novamente), explica-se pelas diferenças ambientais localizadas do terreno (solos mais ou menos expostos, com maior ou menor teor de M.O, diferenças na fitofisionomia, etc).

Por outro lado, os valores de T (CTC a pH 7,0) por baixo de 270 $mmol_c/dm^3$ indicam uma CTC muito baixa, e indica o predomínio de óxidos de Fe e Al (figura 47, i=eixo ezquerdo, c= centro, d= direito). Dito de outra maneira, esses valores concordam com o fato de que a região do cerrado praticamente não ocorrem solos com argila de atividade alta (Ta) e por tanto, sua fertilidade fica comprometida.

[5] Dis-clímax, oposto de "clímax", termo emprestado da ecologia que se define como aquele estado em que um bosque está em equilíbrio dinámico, quer dizer, em termos energéticos, a entrada de energia estã em equilíbrio com a saída dela do sistema.

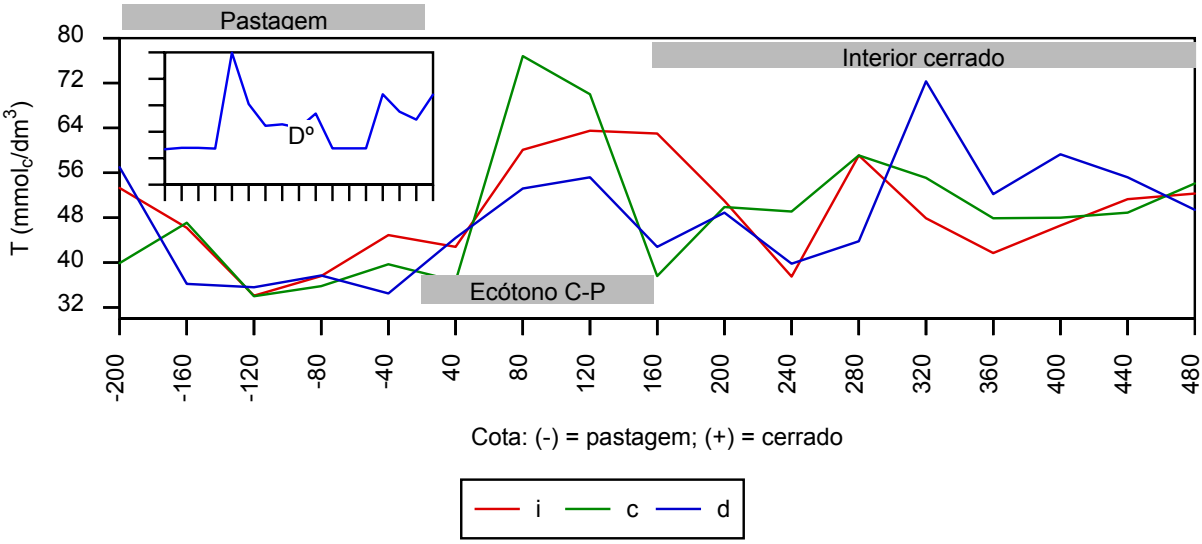


Figura 47. Valores de T (CTC a pH 7,0) para amostras simples, pastagem e cerrado

Os resultados sugerem que as condições físicas e químicas da camada orgânica superficial é muito variável, sobre tudo na área de cerrado, onde as melhores condições possíveis se apresentam nas áreas coincidentes com uma menor declividade (figura 44, em enquadramento), que, pelas características do relevo, permite o acúmulo e decomposição de M.O (figura 48).

Em outras palavras, no cerrado, pequenas diferenças na declividade e o relevo causan diferenças localizadas significativas no teor de M.O, tal vez e teóricamente pela lixiviação. Todavia, também sugere que tais características físicas do terreno acarreta uma dinâmica variável de re-incorporação de nutrientes, possivelmente em dependência com fatores não medidos neste trabalho, tais como umidade do solo (houve evidência de retenção de água nas áreas mais côncavas) e temperatura diferenciada, segundo fossem áreas abertas o cobertas pelo dossel do bosque.

8 DETERMINAÇÃO DO RISCO ECOLÓGICO DAS ZONAS

Ao fazer uma análise comparativa dos dados dos elementos químicos, em contraste com o teor de M.O, encontrou-se uma tendencia mais ou menos direta entre

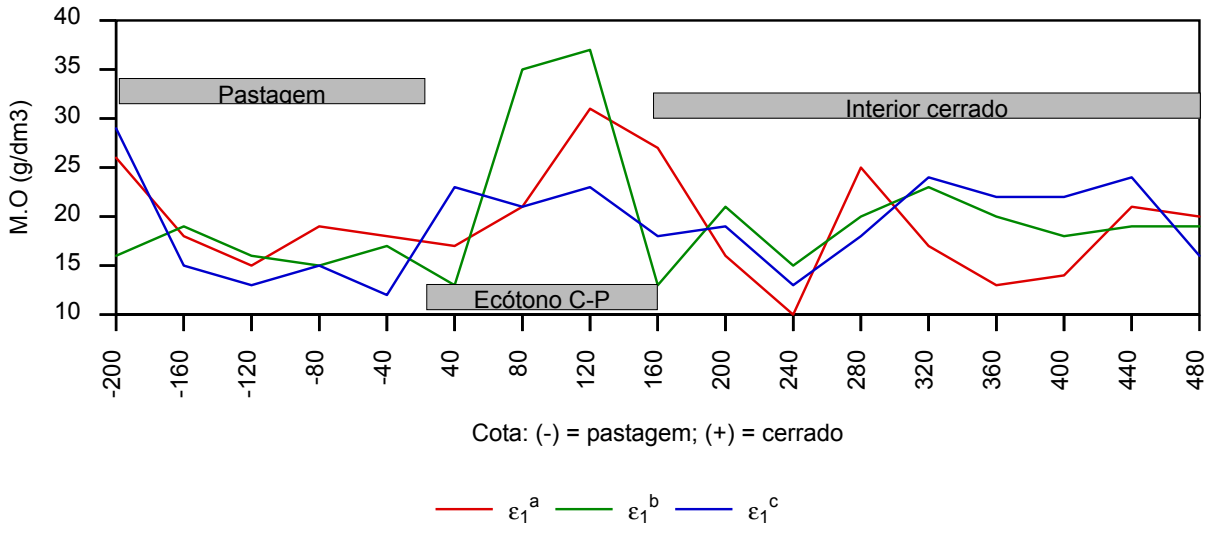


Figura 48. Valores de M.O para amostras simples, pastagem e cerrado

todas as variáveis uma vez foram ponderados os dados (figura 49).Em outras palavras, discriminando os valores de acordo com diferentes zonas do cerrado, encontrou-se o seguinte:

- Todas as variáveis flutúam de maneira mais ou menos direta na faixa pertencente ao ecótono cerrado-pastagem (entre 40 e 160).

- Os picos mais altos de Mg e k foram encontrados nas áreas mais distales do ecótono cerrado-pastagem.

- Os picos mais altos de M.O foram encontrados no ecótono cerrado-pastagem.

- A variável que mais flutúa em todas as zonas é Mg.

- O comportamento do potássio é mais ou menos regular em toda a área de amostragem, porém, apresenta quando varía, a mudança é abrupta e o o aumento é significativamente grande.

De acordo com os resultados obtidos, foi feito o mapeamento do risco ecológico nas diferentes zonas (pastagem, ecótono cerrado-pastagem e interior do cerrado), que, como foi dito na apresentação metodológica, baseia-se no cruzamento entre a

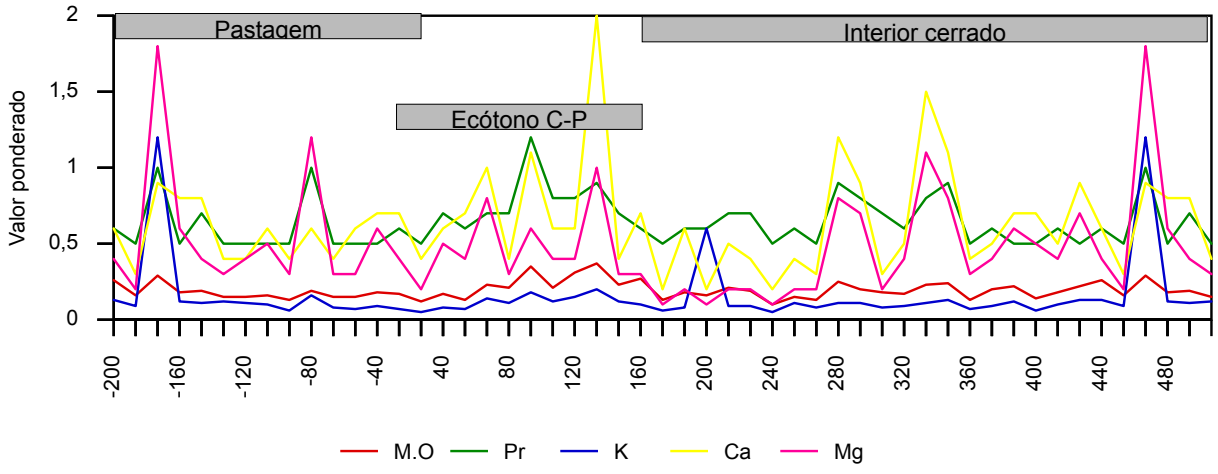


Figura 49. Perfis das variáveis químicas, pastagem e cerrado

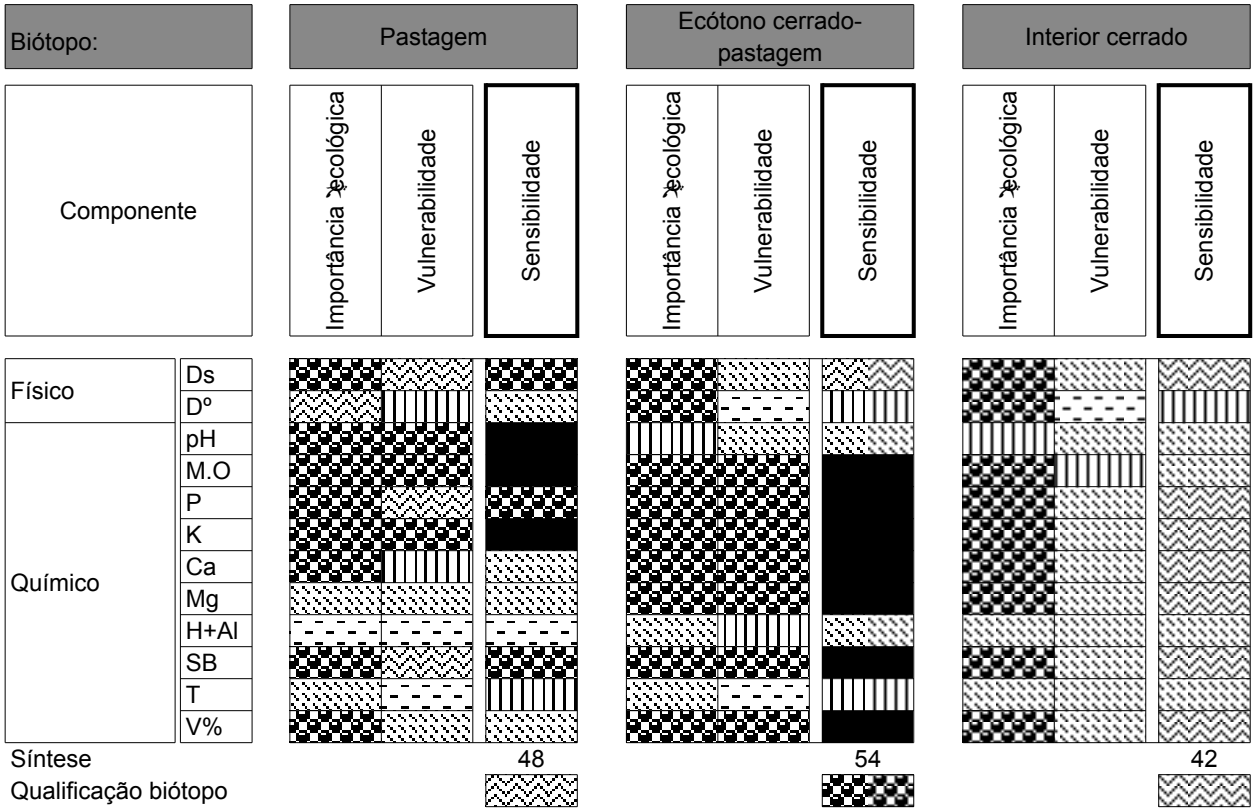


Tabela 3. Sensibilidade ecológica na matriz de pastagem, ecótono cerrado-pastagem e interior do cerrado, de acordo com os valores encontrados na camada orgânica superficial do solo

Convenções: Muito alta 72 | Alta 60 | média-alta 48 | média 36 | média-baixa 24 | baixa 12

Os resultados da classificação das coberturas vegetais (classificadas na figura 50) segundo sua sensibilidade ecológica são apresentados na Tabela 3 e representados espacialmente na figura 51, a intensidade potencial de efeitos na Tabela 4 e na figura 52. A qualificação do risco ecológico é apresentado na Tabela 5 síntese das duas anteriores e representada espacialmente na figura 53.

Além das áreas mencionadas, foi feita a inferência sobre o risco ecológico das áreas que não entrarm no transecto de amostragem, tendo em conta sua localização a respeito da matriz de pastagem e as observações de campo.

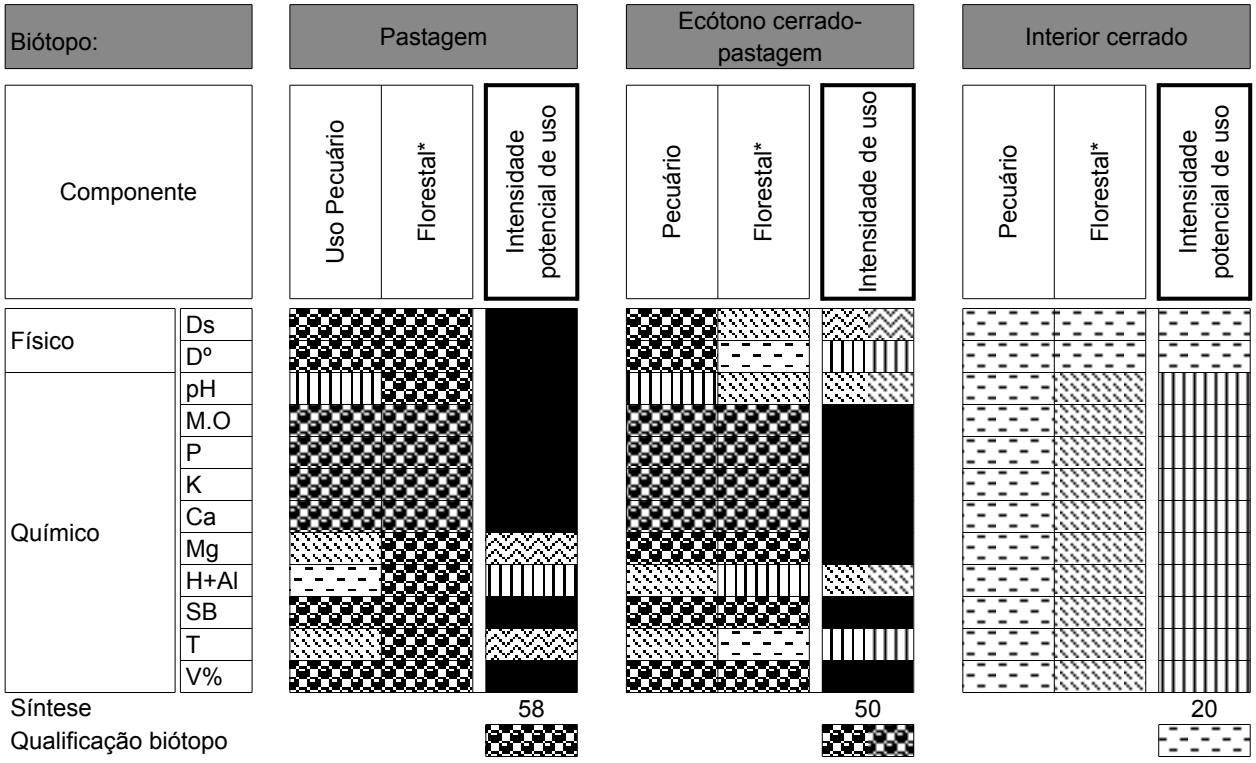


Tabela 4. Intensidade potencial de efeitos na matriz de pastagem, ecótono cerrado-pastagem e interior do cerrado, de acordo com os valores encontrados na camada orgânica superficial do solo

Convenções: Muito alta 72 | Alta 60 | média-alta 48 | média 36 | média- baixa 24 | baixa 12

* Entende-se o uso "florestal" como o uso da floresta para fins económicos, como obtenção de leña, madeira ou remoção de floresta para outros fins, pecuário inclusive, e seus efeitos sobre as variáveis estudadas.

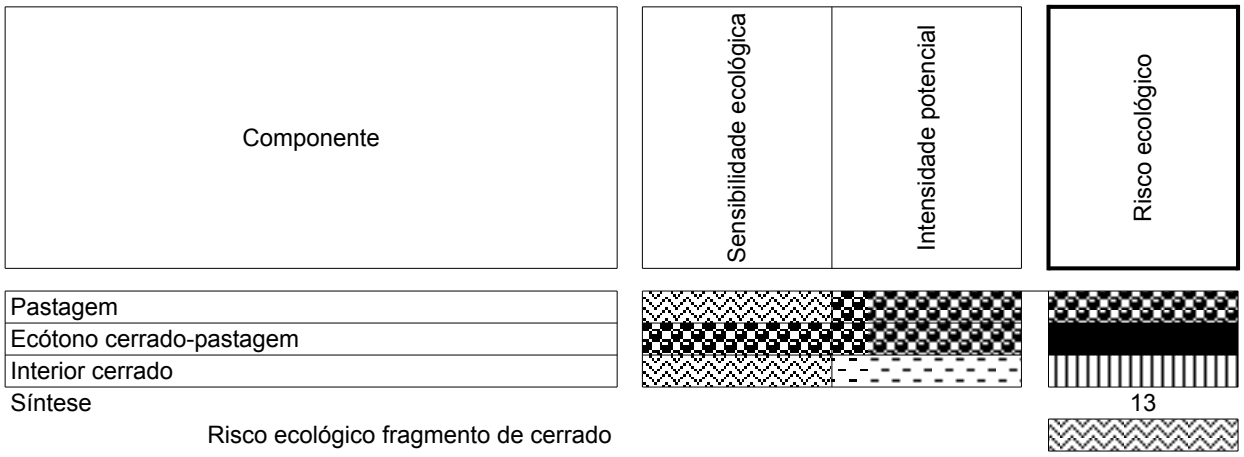


Tabela 5. Risco ecológico na matriz de pastagem, ecótono cerrado-pastagem e interior do cerrado, de acordo com os valores encontrados na camada orgânica superficial do solo.

Convenções: Muito alta 18 | Alta 15 | média-alta 12 | média 9 | média-baixa 6 | baixa 3

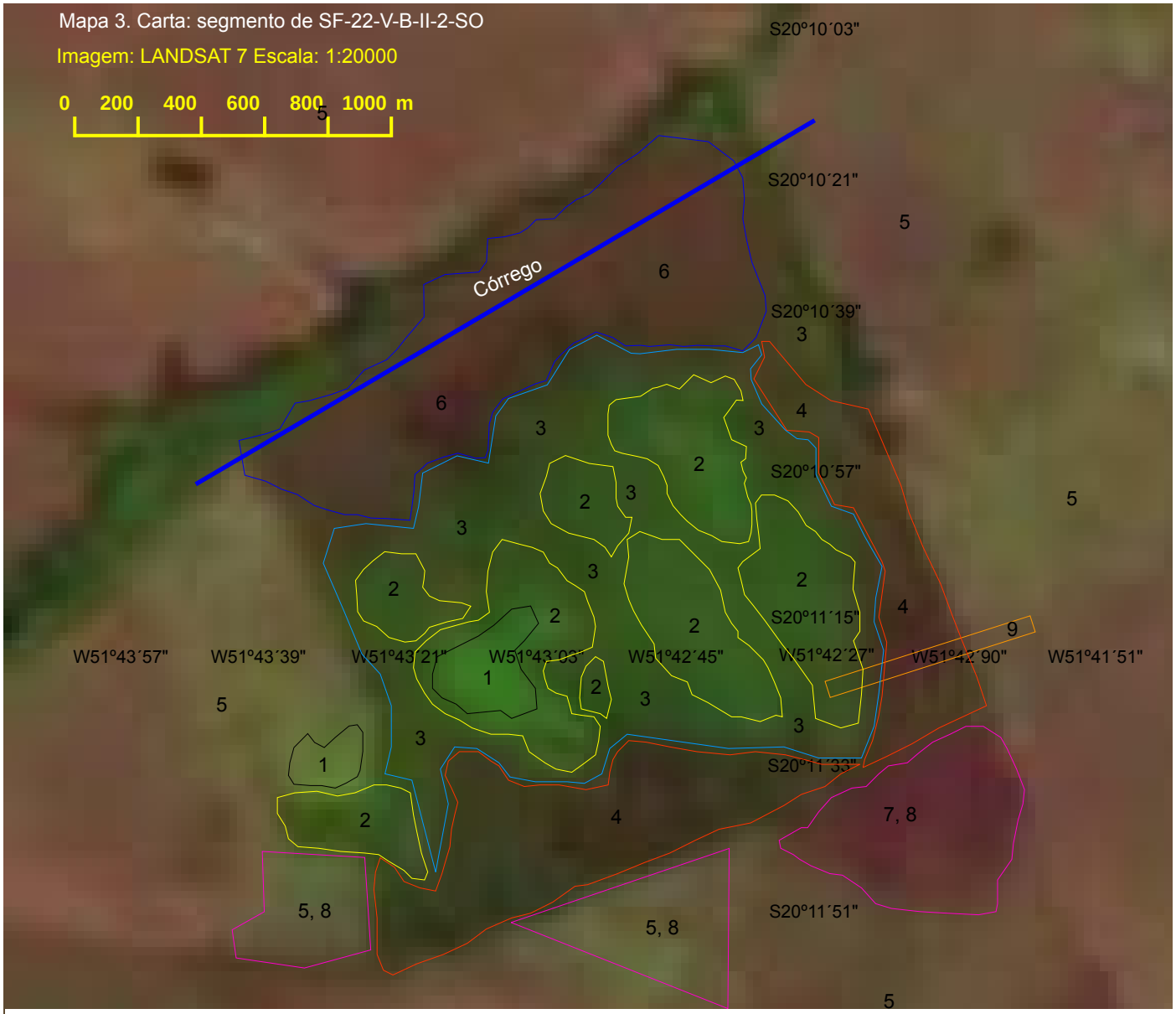


Figura 50 Classificação das coberturas vegetais do fragmento de cerrado e áreas de pastagem. Imagens de satélite LANDSAT 7 de 2005 (MIRANDA, 2005), escala 1:20000 (resolução original, escala 1:25000). No enquadramento superior do mapa 3, a mesma área em 2007 (TERRAMETRICS®, 2007).

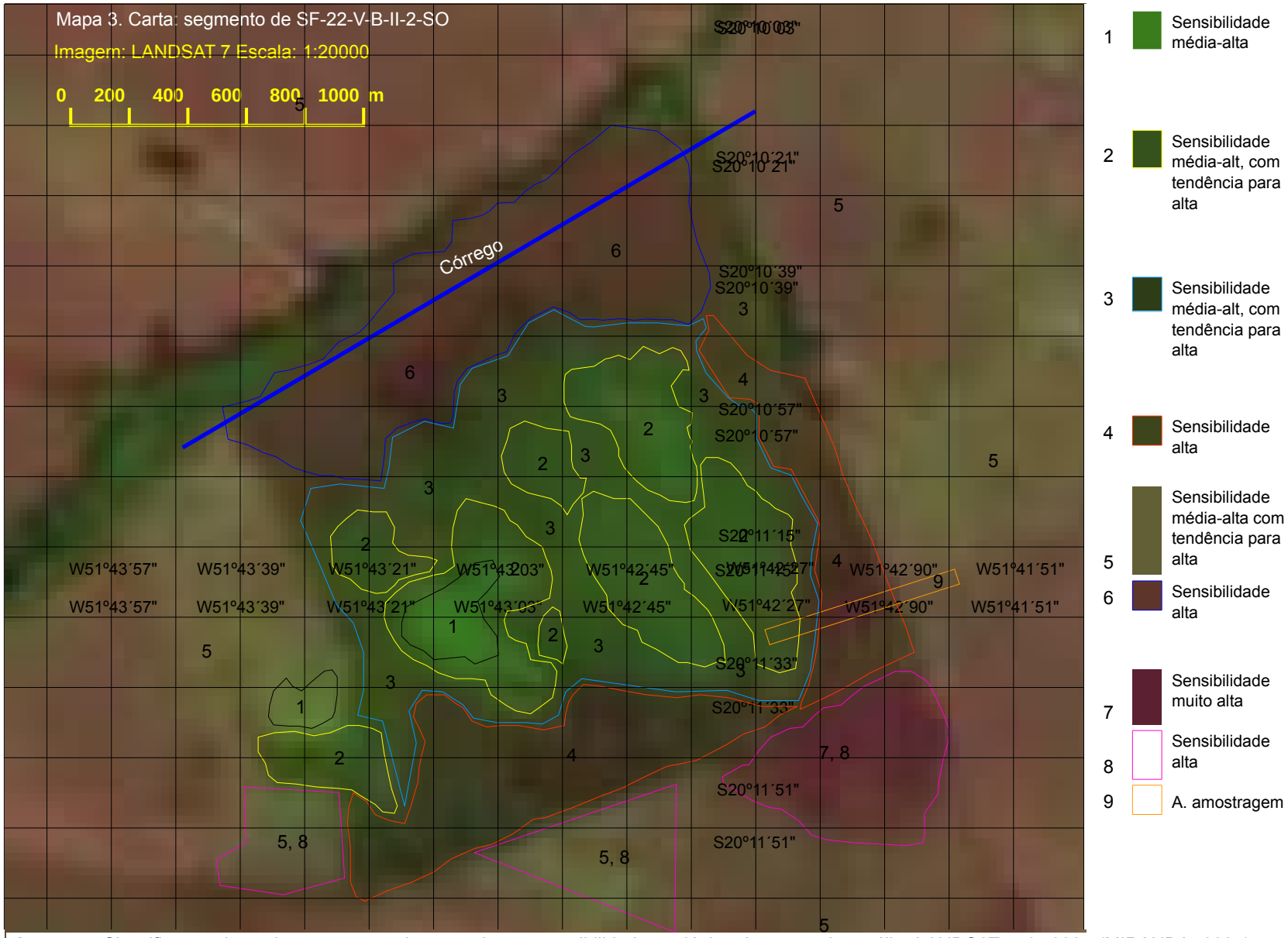


Figura 51. Classificação das coberturas vegetais segundo sua sensibilidade ecológica. Imagens de satélite LANDSAT 7 de 2005 (MIRANDA, 2005), escala 1:20000 (resolução original, escala 1:25000). No enquadramento superior do mapa 3, a mesma área em 2007 (TERRAMETRICS®, 2007).

Figura 52. Classificação das coberturas vegetais de acordo com a intensidade otencial de efeitos. Imagem: Terrametrics, 2007, modificada por Badel,

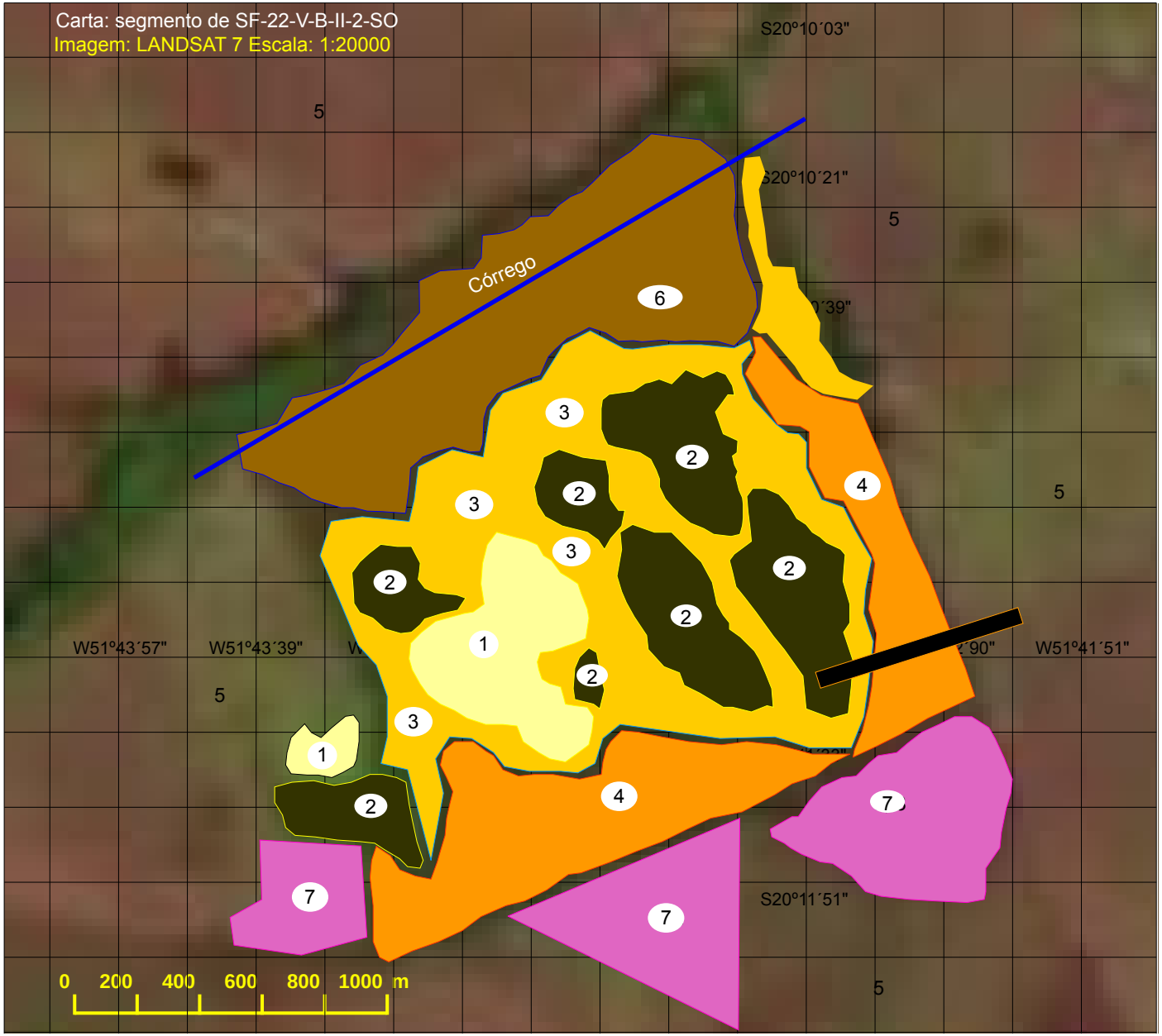


Figura 53. Mapa de risco ecológico para o fragmento de cerrrado avaliado. Imagem: Terrametrics, 2007, modificada por Badel, 2007.

9 CONCLUSÕES

1. Os resultados sugerem que na camada superficial de matéria orgánica existe uma grande variabilidade de ambientes localizados, sobretudo na área de cerrado, onde as melhores condições possíveis se apresentam nas áreas coincidentes com uma menor declividade, que, pelas características do relevo, permite o acúmulo e decomposição de M.O.

2. Os valores dos nutrientes para cada uma das faixas de amostragem, indicam a importância do gráu de declividade associada à declividade , como fatores que influenciam a perda de nutriêntes por lixiviação (tirando o tipo de solo). Áreas cóncavas são uma armadilha que armazenam umidade e nutriêntes que alimentam a vegetação das áreas confinantes (imediações).

3. As ligações, na maneira exposta, das variáveis físicas declividade-topografia-tipo de solo, com as variáveis biológicas cobertura vegetal-cmada superficialde M.O, acarreta uma dinâmica variável de re-incorporação desses nutrientes, *possivelmente* em dependência com fatores microclimáticos.

3. Ao fazer uma análise comparativa dos dados dos elementos químicos, encontrou-se que o teor de nutrientes tanto dentro do cerrado quanto na pastagem, estão abaixo dos níveis esperáveis, quando medidos na sua distribuição normal.

4. Dadas as condições naturais do solo dessa região, não é esperável que os fragmentos de cerrado perdurem ao longo prazo, mesmo sendo eliminada a pressão antrópica que atualmente sofrem, isto pelo fato de que, na atualidade, embora a vegetação sobreviva graças à dinâmica de reciclagem de nutrientes da serrapilheira, há um empobrecimento paulatino de tais nutrientes, sobre tudo no referente ao teor de K, graças à lixiviação e outros fatores como o aumento do escoamento superficial de águas de chuva, decorrentes da ausência de mato em áreas vulneráveis e chaves para sua retenção, tais como as áreas planas e o sopé das colinas.

5. Há diferenças significativas no pH-$CaCl_2$, H+Al e T na camada orgânica superficial de matéria orgânica no ecótono cerrado-pastagem, entanto que para os outros biótopos o teste t-Student não resultou sensível.

6. Esses resultados confirmam a importância da acidez e troca de cátions no solo como as variáveis mais afetadas pela atividade humana, e, por extenso, determinantes da vulnerabilidade ecológica no cerrado.

7. Encontrou-se uma estreita relação entre risco ecológico das diferentes coberturas vegetais, e a distância em que elas se encontrassem a respeito da linha de contato com áreas antropizadas.

8 O ecótono cerrado-pastagem é a área de maior risco ecológico, quando avaliada desde o ponto de vista das variáveis químicas, na camada orgânica superficial do solo.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDI, H. & P.MOLIN. Lilliefors/Van Soest Normality teste. Em: Neil Salkind (Ed.). Encyclopedia of Measurement and Statistics. http://www.utdallas.edu/~herve/Abdi-Lillie2007-pretty.pdf . 2007.

AGOSTINHO, A. A. & M. ZALEWSKI. The dependence of fish community structure and dynamics on floodplain and riparian ecotone zone in Paran´a River, Brazil. Hydrobiologia (303), págs 141–148, 1995.

AMBIENTE BRASIL. Mato Grosso do Sul, morfologia e relevo. http:// www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./estadual/index.html&conteudo=./ estadual/ms4.html, On - line Jul. 2007.

ANGELINI , R. & A. AGOSTINHO. Food web model of the Upper Paraná River Floodplain: description and aggregation effects. Ecological Modelling, Volume 181, Issues 2-3, 20 January 2005, Pages 109-12

ANGELINI , R. & A. AGOSTINHO. Food web model of the Upper Paraná River Floodplain: description and aggregation effects. Ecological Modelling, Volume 181, Issues 2-3, 20, págs 109-112, Jan 2005.

BALLESTER, M.V.R.; D. de C. VICTORIA; A.V. KRUSCHE; R. COBURN; R.L. VICTORIA; J.E. RICHEY; M.G. LOGSDON; E. MAYORGA; E. MATRICARDI. A remote sensing/GIS-based physical template to understand the biogeochemistry of the Ji-Paraná river basin (Western Amazônia). Remote Sensing of Environment 87 (2003) 429–445

BERTSCH, F.; HENRÍQUEZ, C.; RAMIREZ F.; SANCHO F. 2002. Site-specific nutrient management in the highlands of Cartago province. Better Crops International 16(1): 16-19

BOALER, S.B. & HODGE, C.A.H. 1964. Observations on vegetation arcs in the northern region, Somalia Republic. Journal of Ecology 52: 511-544.

BRESHEARS, D. D., NYHAN, J. W., HEIL, C. E. & WILCOX, B. P. Effects of woody plants on microclimate in a semiarid woodland: Soil temperature and evaporation in canopy and intercanopy patches. International Journal of Plant Sciences 159: 1010-1017. 1998.

CÂMARA, G. & C. DAVIS. Introdução à Ciência da Geoinformação: Geoprocessamento Teoria e Aplicações, capítulo Apresentação. Gilberto Câmara, Clodoveu Davis e Antônio Miguel Vieira Monteiro Editores. On-line http:// www.dpi.inpe.br/gilberto/ Introdução à Ciência da Geoinformação / Geoprocessamento Teoria e Aplicacoes.htm. 2006.

CAMARGOS, S. L. Interpretação de análise de solo. Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Departamento de Solos e Engenharia Rural. Disciplina Solos II. Cuiabá – MT, 2005.

CAMBARDELLA, C.A.; MOORMAN, T.B.; NOVAK, J.M.; PARKIN, T.B.; KARLEN, D.L.; TURCO, R.F. & KONOPKA, A.E. Field-scale variability of soil properties in Central Iowa Soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 58:1501-1511,1994

CAMILLONI, A. A. & V. BARROS. Extreme discharge events in the Paraná River and their climate forcing. Journal of Hydrology (278), págs 94–106, 2003.

CARVALHO, M. P. ; E. Y. TAKEDA & O. S. FREDDI. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em vitória, Brasil (SP). R. Bras. Ci. Solo, 27:695-703, 2003.

CAVALCANTE, E. G. S.; M. C. ALVES; G. T. PEREIRA; Z. M. de SOUZA. Variabilidade espacial de MO, P, K e CTC do solo sob diferentes usos e manejos. Ciência Rural, Santa Maria, v.37, n.2, p.394-400, mar-abr, 2007.

CENTURION, J. F. & I. ANDRIOLI. Pedologia. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal (SP), julho de 2006.

CHAVES, L. H. G. ; G. A. TITO; I. B. CHAVES; J. G. LUNA & P. C. M. SILVA. Propriedades químicas do solo aluvial da ilha de Assunção – Cabrobó (Pernambuco). R. Bras. Ci. Solo, 28:431-437, 2004.

CLEMENTS, FE. Research Methods in Ecology. Lincoln, UK: Univ. Publ. 1905. On line: <http://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=vRy-VJctJjcC&oi=fnd&pg=PA1&dq=%22Clements%22+%22Research+Methods+in+Ecology%22+&ots=yTbwqLV5Z9&sig=fQAlQpn3z5OwtrYuc6CLgA6WR_0>. 2007.

CLOS-ARDCEDUC, M. Étude sur photographies aériennes d'une formation végétale sahelienne: la brousse tigrée. Bulletin of the IFAN Series A 7: 677-684, 1956.

DA SILVA M. A. G. Prática deAdubação de solo. Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Agronomia. Disponível on-line em: www.dag.uem.br/prof/magsilva/material/pratica_fertilidade.pdf . 2007.

DANIEL, O. & S.N. OLIVEIRA NETO. Zoneamento ecológico das bacias do Paraná e Alto Paraguai (MS) para Euterpe edulis Mart. Scientia Forestalis, Piracicaba, v.54, p.112-119, 1988.

DAUBENMIRE, R.F. Plant Communities: a textbook of Plant Synecology. Harper and Row, N.Y. 1-300. 1968.

ECOTROPICA. Ciência e meio ambiente: Pantanal. Copyright © 2000 Agência Estado. Em: www.estadao.com.br\Ciência e Meio Ambiente - Estadao_com_br.htm. On-line 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, EMBRAPA/CNPS, 1997. 212p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 412 p., il. mapas policr. (Co-autoria: Itamar Antonio Bognola), 1999.

ESCRIBANO VILLA, C. & A. PAZ GONZÁLEZ. Análisis de la variabilidad estadística de algunas propiedades del suelo. IX Conferencia Española de Biometria, La Coruña, España, 28-30 de mayo de 2003.

FAGERIA, N. K. Produção de sementes sadias de feijão comum em várzeas tropicais. Sistemas de produção n. 4. Brasília, 2004. Disponível em:<http:// sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoVarzeaTropical/ solos.htm>. Acesso em: 02 maio 2007.

FERREIRA CUNHA, T. J.; J. R. MACEDO; L. PAIXÃO RIBEIRO; F. PALMIERI; P. L. DE FREITAS & A. de CASTRO AGUIAR. Impacto do manejo convencional sobre propriedades físicas e substâncias húmicas de solos sob cerrado. Ciência Rural, Santa Maria, v.1, n.1, p.27-36, 2001.

FIGUEIRA, M. M. C. Identificação de outliers. Rev. Millenium n.º 12 - Outubro de 1998. Disponível on-line:

FREIRE, F. M.; G. E. V . PITTA.; V. M. C. ALVES; G. E. FRANÇA; A. M. COELHO. Cultivo do milho, Interpretação de resultados de análise de solo. Com. Téc. 43. EmbrapaSete Lagoas, MG, Dezembro, 2002.

FREIRE, O. Uso Agrícola do Solo. In: TAUK- TORNISIELO, S. M. et al (orgs.). Análise ambiental: estratégias e ações. São Paulo: T. A Queiroz/UNESP, p. 119-122, 1995.

GERBI CAMARGO , E.C.; A. M. VIEIRA MONTEIRO; C. A. FELGUEIRAS & S. DRUCK FUKS. Integração de Geoestatística e Sistemas de Informação Geográfica:

Uma Necessidade.http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/gisbrasil99/geoest_gis/. On-line 1/23/2007

GERBI CAMARGO, E. C.; C. A. FELGUEIRAS; A. M. VIEIRA MONTEIRO. A Importância da modelagem da Anisotropia na distribuição espacial de variáveis ambientais utilizando procedimentos geoestatísticos. Anais X SBSR, Foz de Iguaçu, INPE, p. 395-402, Sessão Técnica Oral, 21-26 abril 2001.

GOODLAND, R. A Ecologia do cerrado. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Edusp, 1979.

GOPAL, B. The role of ecotones (transition zones) in the conservation and management of tropical inland waters. Mitt. Internat. Verein. Limnol. 24 : 17-25. 1994.

HEMMING, C. F. Vegetation arcs in Somaliland. Journal of Ecology 53: 57-67. 1965.

HENRÍQUEZ, C.; KILLORN, R.; BERTSCH, F. & SANCHO, F. La geostadística en el estudio de la variación espacial de la fertilidad del suelo mediante el uso del interpolador kriging. Agronomía Costarricense 29(2): 73-81. 2005. Disponível em: www.mag.go.cr/rev agr/inicio.htm. 2007

IRIONDO, M. The littoral complex at the Paraná mouth. Rev. Quaternary International 114, 143–154, 2004.

KIEHL, JE. Manual de edafologia: relações solo-planta. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 264p, 1979.

KOLMOGOROV, A. . Confidence limits for an unknown distribution function. Annals of Mathematical Statistics, 12, 461-463, 1941.

LABORATÓRIO DE QUÍMICA E DE ESTADO SÓLIDO (Lqes) – Unicamp.

Glosario. http://lqes.iqm.unicamp.br/canal_cientifico/lqes_responde/lqes_responde_glossario_lqes.html. On line 2007.

LISBOA FILHO, J & C IOCHPE. Um estudo sobre modelos conceituais de dados para projeto de bancos de dados geográficos. Informática Pública, www. ip.pbh.gov.br ,1999.

LISBOA FILHO, J. Projeto de Banco de Dados para Sistemas de Informação Geográfica. Tutorial. Escola Regional de Informática da Região Norte-SBC (Manaus-AM e Belém-PA) em outubro de 2001.

LITCHFIELD, W. H. & MABBUTT, J. A. Hardpan soils of semi-arid western Australia. Journal of Soil Science 13: 148-159, 1962.

MACFAYDEN, W. A. Vegetation patterns in British Somalilands. Nature 165: 121. 1950.

MARRIEL, I. E.; C. A. OLIVEIRA; R. RAPOSEIRAS; E. A. GOMES; U. G. DE P. LANNA; A. A. CARNEIRO; N. P. CARNEIRO. Aplicação da Técnica Eletroforese em Gel de Gradiente Desnaturante (DGGE) na Caracterização de Microrganismos Dominantes na Rizosfera de Plantas Cultivadas em Solo Ácido. Circular técnica 72, Embrapa, Sete Lagoas, MG. Dezembro, 2005.

METZ, J. A., P. Haccou & E. Meelis. On the Shapiro-Wilk teste and Darling's teste for Exponentiality. Biometrics, Vol. 50, No. 2, pp. 527-530. Jun., 1994.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http:// www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 14 jun. 2007.

MOLIN, P., & ABDI H. New Tables and numerical approximation for the

Kolmogorov- Smirnov/Lillierfors/Van Soest teste of normality. Technical report, University of Bourgogne. www.utd.edu/»herve/MolinAbdi1998-LillieforsTechReport.pdf. 1998.

NASCIMENTO, V. M. ; ALMENDROS, G. ; FERNANDES, F. M. . Evolution patterns of the soil organic matter in some antropized ecosystems at the Brazilian 'cerrado'region. European Journal of Soil Biology, Paris, v. 29, n. 3-4, p. 177-182, 1993.

NASCIMENTO, V.M., NEPTUNE, A.M.L. and FERNANDES, F.M. Efeitos da calagem sobre algumas caracteristicas de fertilidade de un Latossolo sob vegetagao de cerrado. Cientifica, 11: 177-181, 1983.

NASCIMENTO, V.M.; G. ALMENDROS & F.M. FERNANDES. Soil humus characteristics in virgin and cleared areas of the Paraná river basin in Brazil. Geoderma, 54, p. 137-150, 1992.

NEIFF, J.J. Panícies de inundação são ecótonos?. Em: Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas acuáticos. Raoul Henry (Organizador). Rima Editora. págs 29-46, 2003.

ODUM, E.P. Ecología. México (México). Nueva Editorial Interamericana. 1972. 639 p.

OTTONI-FILHO, T. B. Uma classificação físico-hídrica dos solos. R. Bras. Ci. Solo, 27:211-222, 2003.

ORTIZ, G. da C. Aplicação de métodos geoestatísticos para identificar a magnitude e a estrutura da variabilidade espacial de variáveis físicas do solo. Dissertação de mestrado Piracicaba, Estado de São Paulo – Brasil, Fevereiro – 2002

PAZ GONZÁLEZ, A., VIEIRA, S. R. & TABOADA CASTRO, T. The effect of cultivation on the spatial variability of selected properies of an umbric horizon. Geoderma, 97: 273-292, 2000.

PEARSON, K. Skew variation in homogeneous material. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. A, 186, 343-414.], 1895.

PINHEIRO, E. F. M.; M. G.PEREIRA; L. H. C. dos ANJOS; F. PALMIERI; R. C. de SOUZA. Matéria orgânica em latossolo vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo. R. bras. Agrociência, v. 9, n. 1, p. 53-56, jan-mar, 2003.

SALAS, E. Planificación ecológica del territorio, guía metodológica. Departamento de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile - Cooperación Técnica Alemana (GTZ). Patricia Buxton MS Comunicaciones Ltda. Santiago de Chile, 93 pp. 2002.

SCHEID LOPES, A. & L. R. GUIMARÃES GUILHERME. Interpretação de análise do solo: Conceitos e Aplicações. Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA). Boletim técnico N° 2. São Paulo – SP, Julho de 1992.

SCHLESINGER, W. H. & A. M. PILMANIS. Plant-soil interactions in desert. Biogeochemistry 42: 169-187. 1998.

SENGIK, E. Roteiros de aulas práticas, curso de Zootecnia, Solos e Adubação. Universidade Estadual de Maringá – Paraná. 2005. Disponível em: www.dzo.uem.br/ disciplinas/Solos/pratica.doc. Acesso em: jun 2007.

SERVICIO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS (SBRT). Acidez do solo, Informações sobre o pH do solo. http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt6122.pdf?PHPSESSID= 6c45831e3cafc3ad58f0b75794e44010. On line jun 2007

SHAPIRO, S. S. & WILK, M. B. "An analysis of variance test for normality (complete samples)", Biometrika, 52, 3 and 4, pages 591-611, 1965.

SHAPIRO, S. S., WILK, M. B., & CHEN, H. J. A comparative study of various tests of normality. Journal of the American Statistical Association, 63, 1343-1372, 1968.

SHIKI, S. Sistema agroalimentar no cerrado brasileiro. In: SHIKI, S.; SILVA, J.G. da; ORTEGA, A.C. (Org.). Agricultura, meio ambiente e sustentabilidade do cerrado brasileiro. Uberlândia: UFU, p.135-166, 1997.

SEIER, E.,. Comparison of Tests for Univariate Normality. Statistics on the Internet, 20002. Disponível em: http://interstat.stat.vt.edu/INTERSTAT/ARTICLES/2002/articles/J02001.pdf. Acesso em: jun 2007.

SMIRNOV, N. V. Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions. Annals of Mathematical Statistics, 19, 279-281, 1948.

SOIL SURVEY STAFF. Keys to Soil Taxonomy. United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service, Ninth Edition, 2003.

SOKAL, R.R.; ROHLF, J.F. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. 3. ed. New York: W. H. Freeman and Company, 850p, 1997.

SOUZA, E. E. & J. C. STEVAUX. O componente físico da planície alagável do alto rio Paraná. Em: A planície alagável do Alto rio Paraná: estrutura e processos ambientais. Relatório Técnico. Área de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração Programa PELD/CNPq,UEM, 2000.

SPARKS, D.L. Potassium dynamics in soils. New York, Springer-Verlag, 63p. v.6, 1987.

TROPPMAIR, H. Biogeografia e Meio Ambiente. 5ª ed. Rio Claro: Edição do autor, 2002.

TUNDIS, A. R.; VITAL, A. GUERRINI, I. A; FRANKEN, W. K. e BATISTA FONSECA, R. C. Produção de serrapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária.R. Árvore, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.793-800, 2004.

ULLOA GUITIÁN, M; VIDAL VÁZQUEZ, E; INGARAMO, O. E.; MORALES, L. A.; PAZ GONZÁLEZ, A. Aplicación de la geoestadística al estudio de las propiedades del suelo. Universidad NacionaL del Nordeste, Corrientes - Argentina. Resumen: A-031, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, 2003.

VIADANA, A. G. A classificação fisionômica de Kuechler empregada na definição dos padrões vegetacionais do cerrado. Estudos Geográficos, Rio Claro, 3(2): 103-107, Dezembro – 2005.

WALTERS, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado: Síntese terminológica e relações florísticas. Tese. Universidade de Brasília. 2006.

WICKENS, G. E. & COLLIER, F. W. Some vegetation patterns in the Republic of the Sudan. Geoderma 6: 43-59, 1971.

WILDING, L.P.; DREES, L.R. Spatial variability and pedology. In: WILDING,L.P., SMECHAND, N.E.; HALL, G.F. Pedogenesis and soil taxonomy. New York: Elsevier, v.11a, p.83-113, 1983

WORBOYS, M.F. GIS: A Computing Perspective. London: Taylor and Francis, 1995.

WU, H.; CHILDRESS, W. M.; SPENCER, R. D.; REN, J. An integrated simulation model for a semiarid agroecosystem in the loess Pateau of Northwestern China. Agricultural Systems, V. 52, p 83-111, 1996.

YOSHIOKA, M. H.; LIMA, M. R. Experimentoteca de solos pH do solo. UFPR, 2005. Disponível em: <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/ experimentotecasolos7.pdf>. Acesso em: 05 maio 2007.

ZILLI, J. E.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C. & NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 20, n. 3, p. 391-411, set/dez. 2003.

ANEXO 1. TABELAS DE DADOS

	Cota	Ponto	AM	Eixo longitudinal					Eixo perpendicular					|ϕ|	γ	DV	D%	Dº
				d					d									
				α_1	β_1	χ_1	δ_1	ε_1	α_2	β_2	χ_2	δ_2	ε_2					
Pastagem	cota 1	P01	400	401 - 400		70,73	24,97	400,35	401 - 400		39,79	10,47	400,26	0,09	400,31	0,31	1,23	0,01
		PP:O6	399	400 - 399		71,35	70,35	399,99	400 - 399		42,96	38,60	399,90	0,09	399,94	0,94	1,34	0,01
		P11	399	400 - 399		70,91	42,29	399,60	400 - 399		42,96	23,61	399,55	0,05	399,57	0,57	1,35	0,01
	cota 2	P02	399	400 - 399		71,19	56,53	399,79	400 - 399		39,15	31,13	399,80	0,00	399,79	0,79	1,41	0,01
		P07	399	400 - 399		71,31	30,22	399,42	400 - 399		39,15	16,35	399,42	0,01	399,42	0,42	1,39	0,01
		P12	399	400 - 399		70,91	2,29	399,03	400 - 399		39,15	1,26	399,03	0,00	399,03	0,03	1,41	0,01
	Cota 3	P03	399	400 - 399		71,09	16,08	399,23	400 - 399		46,22	8,86	399,19	0,03	399,21	0,21	1,30	0,01
		P08	398	399 - 398		71,53	61,77	398,86	399 - 398		39,48	33,77	398,86	0,01	398,86	0,86	1,39	0,01
		P13	398	399 - 398		71,00	33,33	398,47	399 - 398		39,48	18,51	398,47	0,00	398,47	0,47	1,41	0,01
	Cota 4	P04	398	399 - 398		70,64	46,90	398,66	399 - 398		40,59	26,17	398,64	0,02	398,65	0,65	1,40	0,01
		P09	398	399 - 398		71,53	21,80	398,30	399 - 398		40,59	11,76	398,29	0,02	398,30	0,30	1,36	0,01
		P14	397	398 - 397		38,40	31,71	397,83	398 - 397		39,24	35,55	397,91	0,08	397,87	0,87	2,73	0,03
	Cota 5	P05	398	399 - 398		70,64	6,80	398,10	399 - 398		49,26	3,41	398,07	0,03	398,08	0,08	1,22	0,01
		P10	397	398 - 397		22,38	4,13	397,18	398 - 397		39,77	9,04	397,23	0,04	397,21	0,21	4,98	0,05
		P15	397	398 - 397		38,38	8,29	397,22	398 - 397		39,77	13,43	397,34	0,12	397,28	0,28	3,34	0,03
Cerrado	Cota 6	P16	398	399 - 398		34,16	18,08	398,53	399 - 398		142,23	65,92	398,46	0,07	398,50	0,50	2,75	0,03
		P28:ICP	398	399 - 398		29,41	13,43	398,46	399 - 398		142,23	51,43	398,36	0,10	398,41	0,41	3,05	0,03
		P40	398	399 - 398		29,25	9,92	398,34	399 - 398		142,23	36,20	398,25	0,08	398,30	0,30	2,99	0,03
	Cota 7	P17	399	400 - 399		36,45	23,91	399,66	400 - 399		224,27	106,29	399,47	0,18	399,56	0,56	2,36	0,02
		P29	399	400 - 399		36,47	24,03	399,66	400 - 399		224,27	91,94	399,41	0,25	399,53	0,53	2,22	0,02
		P41	399	400 - 399		31,83	20,67	399,65	400 - 399		224,27	76,60	399,34	0,31	399,50	0,50	2,40	0,02
	Cota 8	P18	400	401 - 400		36,42	27,44	400,75	401 - 400		260,33	144,73	400,56	0,20	400,65	0,65	2,39	0,02
		P30	400	401 - 400		36,44	27,54	400,76	401 - 400		260,33	130,24	400,50	0,26	400,63	0,63	2,28	0,02
		P42	400	401 - 400		36,42	28,82	400,79	401 - 400		260,33	115,04	400,44	0,35	400,62	0,62	2,14	0,02
	Cota 9	P19	401	402 - 401		36,41	31,04	401,85	402 - 401		356,00	187,02	401,53	0,33	401,69	0,69	2,22	0,02
		P31	401	402 - 401		36,40	31,07	401,85	402 - 401		356,00	171,29	401,48	0,37	401,67	0,67	2,15	0,02
		P43	401	402 - 401		36,44	32,40	401,89	402 - 401		356,00	156,09	401,44	0,45	401,66	0,66	2,05	0,02
	Cota 10	P20	402	403 - 402		36,43	34,61	402,95	403 - 402		236,33	196,00	402,83	0,12	402,89	0,89	2,57	0,03
		P32	402	403 - 402		35,54	34,78	402,98	403 - 402		236,33	210,57	402,89	0,09	402,93	0,93	2,69	0,03
		P44	402	403 - 402		36,44	35,95	402,99	403 - 402		236,33	225,65	402,95	0,03	402,97	0,97	2,70	0,03
	Cota 11	P21	404	405 - 404		36,42	1,76	404,05	404 - 404		96,91	158,99	404,00	0,05	404,02	0,02	1,37	0,01
		P33	404	405 - 404		36,43	1,75	404,05	404 - 404		193,83	144,55	404,00	0,05	404,02	0,02	1,37	0,01
		P45	404	405 - 404		36,45	3,11	404,09	404 - 404		193,83	129,35	404,00	0,09	404,04	0,04	1,37	0,01
	Cota 12	P22	405	406 - 405		36,49	5,33	405,15	405 - 405		295,63	187,17	405,00	0,15	405,07	0,07	1,37	0,01
		P34	405	406 - 405		36,44	5,30	405,15	405 - 405		295,63	172,59	405,00	0,15	405,07	0,07	1,37	0,01
		P46	405	406 - 405		36,42	6,64	405,18	405 - 405		295,63	157,56	405,00	0,18	405,09	0,09	1,37	0,01
	Cota 13	P23	406	407 - 406		36,38	8,85	406,24	406 - 406		429,98	233,77	406,00	0,24	406,12	0,12	1,37	0,01
		P35	406	407 - 406		36,43	5,31	406,15	406 - 406		429,98	219,18	406,00	0,15	406,07	0,07	1,37	0,01
		P47	406	407 - 406		36,45	10,22	406,28	406 - 406		429,98	204,19	406,00	0,28	406,14	0,14	1,37	0,01
	Cota 14	P24	407	408 - 407		36,44	12,45	407,34	408 - 407		507,67	273,04	407,54	0,20	407,44	0,44	3,53	0,04
		P36	407	408 - 407		36,43	12,46	407,34	408 - 407		507,67	258,46	407,51	0,17	407,43	0,43	3,41	0,03
		P48	407	408 - 407		36,42	13,79	407,38	408 - 407		507,67	243,46	407,48	0,10	407,43	0,43	3,11	0,03
	Cota 15	P25	408	409 - 408		36,45	16,04	408,44	409 - 408		771,43	357,54	408,46	0,02	408,45	0,45	2,82	0,03
		P37	408	409 - 408		36,45	16,03	408,44	409 - 408		771,43	343,01	408,44	0,00	408,44	0,44	2,76	0,03
		P49	408	409 - 408		36,43	17,35	408,48	409 - 408		771,43	328,01	408,43	0,05	408,45	0,45	2,60	0,03
	Cota 16	P26	409	410 - 409		36,41	19,58	409,54	410 - 409		797,49	354,24	409,44	0,09	409,49	0,49	2,51	0,03
		P38	409	410 - 409		36,42	19,61	409,54	410 - 409		797,49	339,67	409,43	0,11	409,48	0,48	2,46	0,02
		P50	409	410 - 409		36,44	20,93	409,57	410 - 409		797,49	324,71	409,41	0,17	409,49	0,49	2,34	0,02
	Cota 17	P27	410	411 - 410		27,18	23,17	410,85	411 - 410		448,28	360,09	410,80	0,05	410,83	0,83	3,57	0,04
		P39	410	411 - 410		28,75	23,18	410,81	411 - 410		448,28	345,57	410,77	0,04	410,79	0,79	3,40	0,03
		P51	410	411 - 410		30,33	24,49	410,81	411 - 410		448,28	330,57	410,74	0,07	410,77	0,77	3,15	0,03
Área total			411	411 - 397		458,917		411,00	411 - 410		448,28		411,00	0,00	411,00	14,00	3,05	0,03
			400	400 - 397		458,917		400,00	400 - 397		82,74		400,00	0,00	400,00	3,00	0,65	0,01

Tabela 1. Leyenda: AM = Altitude em mapa (m.s.n.m); Classes de Cotas (m.s.n.m): α_1, $\boldsymbol{\alpha_2}$ = Classe superior - β_1, β_2 = Classe in-ferior; d = Distância entre cotas (m): χ_1, χ_2 = Distância entre duas cotas, δ_1 = Distância da amostra à cota imediatamente inferior; ε_1, $\boldsymbol{\varepsilon_2}$ = Altitude interpolada = $((\alpha-\beta)/\chi)^*\delta)+\beta$; $|\phi|$ = Valor absoluto de $\varepsilon_{Máx} - \varepsilon_{min}$ (em metros); γ Média Altitude interpolada = $(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) / 2$; D% = %Declividade = DV/χ_1 x100, DV = Distância Vertical (em m) = $\gamma - \beta_1$, Dº = Declividade em grados(Tang A = DV/Distância) para o ponto da amostra. Em azul claro: amostras do eixo central da malha

Tabela 2. Valores obtidos para as diferentes variáveis químicas tidas em conta no estudo.

No. amostra	Cota	Código mapa	No. amostra	pH em CaCl2	M.O (g/dm3)	P resina (mg/dm3)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V %
							mmolc/dm3						
Amostras simples Pastagem													
1		P01	1	4,3	26	6	1,3	6	4	42	11,3	53,3	21
6	cota 1	PP:O6	6	4,1	16	5	0,9	3	2	34	5,9	39,9	15
11		P11	11	5,5	29	10	12,0	9	18	18	39,0	57,0	68
2		P02	2	4,6	18	5	1,2	8	6	31	15,2	46,2	33
7	cota 2	P07	7	3,0	19	7	1,1	8	4	34	13,1	47,1	28
12		P12	12	4,3	15	5	1,2	4	3	28	8,2	36,2	23
3		P03	3	4,5	15	5	1,1	4	4	25	9,1	34,1	27
8	Cota 3	P08	8	4,5	16	5	1,0	6	5	22	12,0	34,0	35
13		P13	13	4,4	13	5	0,6	4	3	28	7,6	35,6	21
4		P04	4	5,2	19	10	1,6	6	12	18	19,6	37,6	52
9	Cota 4	P09	9	4,3	15	5	0,8	4	3	28	7,8	35,8	22
14		P14	14	4,3	15	5	0,7	6	3	28	9,7	37,7	26
5		P05	5	4,5	18	5	0,9	7	6	31	13,9	44,9	31
10	Cota 5	P10	10	4,3	17	6	0,7	7	4	28	11,7	39,7	29
15		P15	15	4,2	12	5	0,5	4	2	28	6,5	34,5	19
Amostras simples cerrado													
16		P16	16	4,2	17	7	0,8	6	5	31	11,8	42,8	28
28	Cota 6	P28:ICP	28	4,3	13	6	0,7	7	4	25	11,7	36,7	32
40		P40	40	4,7	23	7	1,4	10	8	25	19,4	44,4	44
17		P17	17	3,8	21	7	1,1	4	3	52	8,1	60,1	13
29	Cota 7	P29	29	4,0	35	12	1,8	11	6	58	18,8	76,8	24
41		P41	41	4,0	21	8	1,2	6	4	42	11,2	53,2	21
18		P18	18	3,8	31	8	1,5	6	4	52	11,5	63,5	18
30	Cota 8	P30	30	4,4	37	9	2,0	20	10	38	32,0	70,0	46
42		P42	42	3,8	23	7	1,2	4	3	47	8,2	55,2	15
19		P19	19	3,8	27	6	1,0	7	3	52	11,0	63,0	17
31	Cota 9	P31	31	3,8	13	5	0,6	2	1	34	3,6	37,6	10
43		P43	43	3,8	18	6	0,8	6	2	34	8,8	42,8	21
20		P20	20	3,8	16	6	6,0	2	1	42	9,0	51,0	18
32	Cota 10	P32	32	3,8	21	7	0,9	5	2	42	7,9	49,9	16
44		P44	44	3,8	19	7	0,9	4	2	42	6,9	48,9	14
21		P21	21	3,9	10	5	0,5	2	1	34	3,5	37,5	9
33	Cota 11	P33	33	3,9	15	6	1,1	4	2	42	7,1	49,1	14
45		P45	45	3,8	13	5	0,8	3	2	34	5,8	39,8	15
22		P22	22	4,2	25	9	1,1	12	8	38	21,1	59,1	36
34	Cota 12	P34	34	4,2	20	8	1,1	9	7	42	17,1	59,1	29
46		P46	46	3,8	18	7	0,8	3	2	38	5,8	43,8	13
23		P23	23	4,2	17	6	0,9	5	4	38	9,9	47,9	21
35	Cota 13	P35	35	4,6	23	8	1,1	15	11	28	27,1	55,1	49
47		P47	47	4,0	24	9	1,3	11	8	52	20,3	72,3	28
24		P24	24	4,2	13	5	0,7	4	3	34	7,7	41,7	18
36	Cota 14	P36	36	4,2	20	6	0,9	5	4	38	9,9	47,9	21
48		P48	48	4,1	22	5	1,2	7	6	38	14,2	52,2	27
25		P25	25	4,1	14	5	0,6	7	5	34	12,6	46,6	27
37	Cota 15	P37	37	4,1	18	6	1,0	5	4	38	10,0	48,0	21
49		P49	49	4,3	22	5	1,3	9	7	42	17,3	59,3	29

Tabela 2. Valores obtidos para as diferentes variáveis químicas tidas em conta no estudo.

No. amostra	Cota	Código mapa	No. amostra	pH em CaCl2	M.O (g/dm3)	P resina (mg/dm3)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V %
							mmolc/dm3						
Amostras simples cerrado													
26		P26	26	4,5	21	6	1,3	7	5	38	13,3	51,3	26
38	Cota 16	P38	38	4,9	19	8	1,9	13	9	25	23,9	48,9	49
50		P50	50	4,5	24	6	2,2	12	10	31	24,2	55,2	44
27		P27	27	4,6	20	6	1,3	9	8	34	18,3	52,3	35
39	Cota 17	P39	39	4,9	19	7	2,1	15	12	25	29,1	54,1	54
51		P51	51	4,2	16	4	1,4	6	4	38	11,4	49,4	23

Tabela 3. Análise química das amostras compostas para cerrado e pastagem

cota	composição da amostra	No. amostra	pH em CaCl2	M.O (g/dm3)	P resina (mg/dm3)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V %
						mmolc/dm3						
Amostras compostas Pastagem/pastagem ecótono com cerrado*												
1	P01+PP:O6+P11	52	4,7	23	5	5,0	7	5	31	17,0	48,0	35
2	P02+P07+P12	53	4,3	15	4	1,1	7	5	31	13,1	44,1	30
3	P03+P08+P13	54	4,5	13	4	0,9	5	4	22	9,9	31,9	31
4	P04+P09+P14	55	4,5	15	3	1,0	6	5	25	12,0	37,0	32
5	P05+P10+P15	56	4,3	15	3	0,7	7	5	25	12,7	37,7	34
1+2		57	4,4	21	4	3,2	6	5	34	14,2	48,2	29
2+3		58	4,4	17	4	1,0	6	4	25	11,0	36,0	31
3+4		59	4,4	14	3	0,8	6	5	28	11,8	39,8	30
4+5		60	4,4	13	3	1,0	5	3	25	9,0	34,0	26
5+6*	5+(P16+P28:ICP+P40)	61	4,3	15	5	0,9	7	5	31	12,9	43,9	29
total pastagem		62	4,5	17	4	2,0	5	4	25	11,0	36,0	31
Amostras compostas Cerrado												
6	P16+P28:ICP+P40	63	4,3	17	4	0,9	5	3	31	8,9	39,9	22
7	P17+P29+P41	64	3,9	22	6	1,3	6	4	47	11,3	58,3	19
8	P18+P30+P42	65	3,9	24	5	1,7	9	6	47	16,7	63,7	26
9	P19+P31+P43	66	3,8	15	4	1,1	4	2	38	7,1	45,1	16
10	P20+P32+P44	67	3,8	17	4	0,9	2	1	47	3,9	50,9	8
11	P21+P33+P45	68	3,8	11	3	0,8	3	2	34	5,8	39,8	15
12	P22+P34+P46	69	4,0	24	7	1,2	10	7	47	18,2	65,2	28
13	P23+P35+P47	70	4,2	18	6	1,2	7	5	38	13,2	51,2	26
14	P24+P36+P48	71	4,1	18	4	0,9	4	3	38	7,9	45,9	17
15	P25+P37+P49	72	4,1	14	4	0,8	4	3	34	7,8	41,8	19
16	P26+P38+P50	73	4,4	16	4	1,5	8	6	34	15,5	49,5	31
17	P27+P39+P51	74	4,6	16	3	1,6	9	7	28	17,6	45,6	39
6+7		75	4,1	18	5	1,3	6	5	38	12,3	50,3	24
7+8		76	4,0	29	6	1,6	8	5	42	14,6	56,6	26
8+9		77	3,9	22	4	1,3	4	3	47	8,3	55,3	15
9+10		78	3,8	16	4	0,9	4	2	42	6,9	48,9	14
10+11		79	3,8	13	4	0,9	2	1	42	3,9	45,9	8
11+12		80	4,0	16	5	1,2	5	4	38	10,2	48,2	21
12+13		81	4,2	18	6	1,2	7	6	42	14,2	56,2	25
13+14		82	4,2	17	5	1,1	5	4	34	10,1	44,1	23
14+15		83	4,1	16	4	1,1	5	4	38	10,1	48,1	21
15+16		84	4,4	15	4	1,3	6	5	34	12,3	46,3	27
16+17		85	4,4	17	4	1,7	8	5	34	14,7	48,7	30
Total Cerrado		86	4,2	18	4	1,2	6	4	38	11,2	49,2	23
Comp pastagem+cerrado		87	4,2	17	4	1,6	6	4	34	11,6	45,6	25

Cota	Código em mapa	Peso (g)	Peso sobrante (g)	% em peso	Densidade aparente (Da) = m/V					D corrigida	
					pT	P anel	P solo	V (cm3)	D	D x % em peso	% pérda
Pastagem											
cota 1	PP:O6	199,0	1,0	99,5	228,6	150,0	78,6	50,0	1,57	1,56	0,5
cota 2	P07	198,5	1,5	99,3	218,7	151,0	67,7	49,0	1,38	1,37	0,8
Cota 3	P08	198,7	1,3	99,4	228,3	148,0	80,3	50,0	1,61	1,60	0,7
Cota 4	P09	198,7	1,3	99,4	232,4	147,0	85,4	50,0	1,71	1,70	0,7
Cota 5	P10	198,7	1,3	99,4	222,8	153,0	69,8	48,0	1,45	1,44	0,7
Cerrado											
Cota 6	P28:ICP	197,9	2,1	99,0	215,0	147,0	68,0	50,0	1,36	1,35	1,1
Cota 7	P29	192,9	7,1	96,5	182,0	140,0	42,0	53,0	0,79	0,76	3,6
Cota 8	P30	196,3	3,7	98,2	179,0	140,0	39,0	55,0	0,71	0,70	1,9
Cota 9	P31	198,1	1,9	99,1	208,2	149,0	59,2	50,0	1,18	1,17	1,0
Cota 10	P32	195,0	5,0	97,5	185,0	140,0	45,0	52,0	0,87	0,84	2,5
Cota 11	P33	195,3	4,7	97,7	207,5	150,0	57,5	50,0	1,15	1,12	2,4
Cota 12	P34	197,2	2,8	98,6	202,8	150,0	52,8	56,0	0,94	0,93	1,4
Cota 13	P35	196,0	4,0	98,0	184,8	140,0	44,8	51,0	0,88	0,86	2,0
Cota 14	P36	194,9	5,1	97,5	202,2	150,0	52,2	54,0	0,97	0,94	2,6
Cota 15	P37	193,4	6,6	96,7	206,7	149,0	57,7	52,0	1,11	1,07	3,3
Cota 16	P38	190,3	9,7	95,2	205,5	150,0	55,5	53,0	1,05	1,00	4,9
Cota 17	P39	191,5	8,5	95,8	206,6	150,0	56,6	52,0	1,09	1,04	4,3

Tabela 4 . Valores obtidos no eixo central da malha de amostragem, para amostras simples nas análises químicas e físicas da serrapilheira, da pastagem e o cerrado. A porcentagem em peso foi um teste para saber quanta matéria orgânica em peso era perdida após pasar as amostras pela peneira. O dado obtido pode ser considerado como a porcentagem de pérda de informação acarretado pelo processamento da amostra para sua análise, que pode chegar até 5%.

ANEXO 2. TABELAS ESTATÍSTICA DESCRITIVA

anexo 2, Tabela 1. Estatística descriptiva declividade, pastagem e cerrado.

Estatístico / Variável	N	Média	Confiança -95.000%	Confiança +95.000%	Média Geometrica	Média Harmonica	Mediana	Moda	Freq de Moda	Sum	Mini	Max	Quartile inf.
Pastagem	15	0,02	0,012	0,024	0,016	0,015	0,014	Multiple		0,273	0,012	0,050	0,013
Cerrado	36	0,024	0,021	0,026	0,023	0,021	0,024	Multiple		0,850	0,014	0,036	0,017

Estatístico / Variável	N	Quartile Sup.	Percentil 10		Classe	Classe Quartile	Var	Std.Dev.	Standard Error	Skewness	Std.Err. Skewness	Curtose	Std.Err. Curtose
Pastagem	15	0,014	0,012	0,033	0,038	0,001	0,000	0,011	0,003	2,380	0,580	5,441	1,121
Cerrado	36	0,028	0,014	0,034	0,022	0,011	0,000	0,007	0,001	-0,109	0,393	-0,935	0,768

Anexo 2, Tabela 2. Frequência. Valores declividade (grados) pastagem. K-S d=,44848, p<,01 ; Lilliefors p<,01 Shapiro-Wilk W=,57484, p=,00002

Categoria	Count	Cumulative	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
0,000000<x<=,0100000	0	0	0	0	0	0	3,315605	3,31561	22,10403	22,10403
,0100000<x<=,0200000	12	12	80	80	80	80	5,201465	8,51707	34,67643	56,78047
,0200000<x<=,0300000	1	13	6,66667	86,6667	6,66667	86,6667	4,481277	12,99835	29,87518	86,65565
,0300000<x<=,0400000	1	14	6,66667	93,3333	6,66667	93,3333	1,698723	14,69707	11,32482	97,98047
,0400000<x<=,0500000	1	15	6,66667	100	6,66667	100	0,281952	14,97902	1,87968	99,86015
Missing	0	15	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 3. Frequência Valores Declividade Cerrado: K-S d=,17141, p> .20; Lilliefors p<,05 Shapiro-Wilk W=,91719, p=,01042

Categoria	Count	Cumulative	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
,0100000<x<=,0150000	9	9	25	25	25	25	4	3,90602	10,85006	10,85006
,0150000<x<=,0200000	0	9	0	25	0	25	7	10,88681	19,39107	30,24113
,0200000<x<=,0250000	11	20	30,55556	55,5556	30,55556	55,5556	10	20,84752	27,66864	57,90977
,0250000<x<=,0300000	9	29	25	80,5556	25	80,5556	9	29,53213	24,12391	82,03368
,0300000<x<=,0350000	5	34	13,88889	94,4444	13,88889	94,4444	5	34,15826	12,85036	94,88405
,0350000<x<=,0400000	2	36	5,55556	100	5,55556	100	2	35,66278	4,17924	99,06329
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 4. Estatística descriptiva Densidade aparente do solo (D_s), pastagem e cerrado.

Estatístico / Variável	N	Média	Confidence -95.000%	Confidence +95.000%	Média Geometrica	Média Harmonica	Mediana	Moda	Freq de Moda	Sum	Mini	Max	Quartile inf.
Pastagem	5	1,53	1,37	1,70	1,53	1,53	1,56	Multiple		7,67	1,37	1,70	1,44
Cerrado	12	0,98	0,87	1,10	0,97	0,95	0,97	Multiple		11,78	0,70	1,35	0,85

Estatístico / Variável	N	Quartile Sup.	Percentil 10		Classe	Classe Quartile	Var	Std.Dev.	Standard Error	Skewness	Std.Err. Skewness	Curtose	Std.Err. Curtose
Pastagem	5	1,60	1,37	1,70	0,33	0,16	0,02	0,13	0,06	-0,07	0,91	-1,23	2,00
Cerrado	12	1,10	0,76	1,17	0,65	0,25	0,03	0,18	0,05	0,39	0,64	0,08	1,23

Anexo 2, Tabela 4. Frequência Densidade do solo, pastagem: K-S d=,17885, p> .20; Lilliefors p> .20 Shapiro-Wilk W=,97391, p=,89970

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
1,300000<x<=1,400000	1	1	20	20	20	20	0,763027	0,763027	15,26053	15,26053
1,400000<x<=1,500000	1	2	20	40	20	40	1,223831	1,986857	24,47661	39,73715
1,500000<x<=1,600000	2	4	40	80	40	80	1,479263	3,466121	29,58526	69,32241
1,600000<x<=1,700000	1	5	20	100	20	100	1,023825	4,489946	20,47651	89,79892
Missing	0	5	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 5. Frequência Valores Densidade do solo, cerrado: K-S d=,08991, p> .20; Lilliefors p> .20 Shapiro-Wilk W=,98456, p=,99585

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
,6000000<x<=,7000000	1	1	8,33333	8,3333	8,33333	8,3333	1	0,74622	6,2185	6,2185
,7000000<x<=,8000000	1	2	8,33333	16,6667	8,33333	16,6667	1	1,92977	9,86291	16,08141
,8000000<x<=,9000000	2	4	16,66667	33,3333	16,66667	33,3333	2	3,93554	16,71477	32,79618
,9000000<x<=1,000000	3	7	25	58,3333	25	58,3333	3	6,47803	21,18744	53,98362
1,000000<x<=1,100000	2	9	16,66667	75	16,66667	75	2	8,88873	20,08915	74,07277
1,100000<x<=1,200000	2	11	16,66667	91,6667	16,66667	91,6667	2	10,59845	14,24769	88,32046
1,200000<x<=1,300000	0	11	0	91,6667	0	91,6667	0,906935	11,50539	7,55779	95,87825
1,300000<x<=1,400000	1	12	8,33333	100	8,33333	100	0,35978	11,86517	2,99816	98,87641
Missing										

Anexo 2, Tabela 6. Estatística descriptiva, variáveis químicas, amostras simples, pastagem. *g/dm^3; mg/dm^3

Estatístico / Variável	N	Média	Confidence -95.000%	Confidence +95.000%	Média Geometrica	Média Harmonica	Mediana	Moda	Freq de Moda	Sum	Mini	Max	Quartile inf.
pH em CaCl2	15	4,40	4,10	4,70	4,37	4,33	4,30	4,30	5,00	66,00	3,00	5,50	4,30
M.O*	15	17,53	15,01	20,05	17,07	16,67	16,00	15,00	4,00	263,00	12,00	29,00	15,00
P resina**	15	5,93	4,96	6,90	5,75	5,60	5,00	5,00	10,00	89,00	5,00	10,00	5,00
K	15	1,71	0,12	3,29	1,10	0,94	1,00	Multiple		25,60	0,50	12,00	0,70
Ca	15	5,73	4,72	6,75	5,45	5,18	6,00	4,00	5,00	86,00	3,00	9,00	4,00
Mg	15	5,27	2,89	7,64	4,30	3,74	4,00	Multiple		79,00	2,00	18,00	3,00
H+Al	15	28,20	24,79	31,61	27,55	26,88	28,00	28,00	6,00	423,00	18,00	42,00	25,00
SB	15	12,71	8,20	17,21	11,21	10,23	11,30	Multiple		190,60	5,90	39,00	7,80
T	15	40,91	36,91	44,91	40,36	39,87	37,70	Multiple		613,60	34,00	57,00	35,60
V %	15	30,00	22,43	37,57	27,80	26,12	27,00	21,00	2,00	450,00	15,00	68,00	21,00

Estatístico / Variável	N	Quartile Sup.	Percentil 10		Classe	Classe Quartile	Var	Std.Dev.	Standard Error	Skewness	Std.Err. Skewness	Curtose	Std.Err. Curtose
pH em CaCl2	15	4,50	4,10	5,20	2,50	0,20	0,29	0,54	0,14	-0,49	0,58	3,71	1,12
M.O*	15	19,00	13,00	26,00	17,00	4,00	20,70	4,55	1,17	1,56	0,58	2,38	1,12
P resina**	15	6,00	5,00	10,00	5,00	1,00	3,07	1,75	0,45	1,96	0,58	2,73	1,12
K	15	1,20	0,60	1,60	11,50	0,50	8,19	2,86	0,74	3,80	0,58	14,62	1,12
Ca	15	7,00	4,00	8,00	6,00	3,00	3,35	1,83	0,47	0,21	0,58	-1,10	1,12
Mg	15	6,00	2,00	12,00	16,00	3,00	18,35	4,28	1,11	2,35	0,58	5,59	1,12
H+Al	15	31,00	18,00	34,00	24,00	6,00	37,89	6,16	1,59	0,24	0,58	0,97	1,12
SB	15	13,90	6,50	19,60	33,10	6,10	66,25	8,14	2,10	2,68	0,58	8,39	1,12
T	15	46,20	34,10	53,30	23,00	10,60	52,15	7,22	1,86	1,13	0,58	0,33	1,12
V %	15	33,00	19,00	52,00	53,00	12,00	186,71	13,66	3,53	1,89	0,58	3,81	1,12

Anexo 2, Tabela 7. Frequência pH em CaCl2 (Amostras simples-Valores Pastagem). K-S d=.22634, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=,83178, p=,00969

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
2.500000<x<=3.000000	1	1	6,66667	6,6667	6,66667	6,6667	0,069972	0,06997	0,46648	0,46648
3.000000<x<=3.500000	0	1	0	6,6667	0	6,6667	1	0,71003	4,26706	4,73354
3.500000<x<=4.000000	0	1	0	6,6667	0	6,6667	3	3,43211	18,14717	22,8807
4.000000<x<=4.500000	11	12	73,33333	80	73,33333	80	5	8,60487	34,48511	57,36582
4.500000<x<=5.000000	1	13	6,66667	86,6667	6,66667	86,6667	4	13,01096	29,37391	86,73973
5.000000<x<=5.500000	2	15	13,33333	100	13,33333	100	2	14,69185	11,20591	97,94564
Missing	0	15	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 8. Frequência M.O (g/dm^3) (Amostras simples-Valores Pastagem). K-S d=.24024, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=,83117, p=,00950

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
10.00000<x<=15.00000	6	6	40	40	40	40	4,3321	4,3321	28,88067	28,88067
15.00000<x<=20.00000	7	13	46,66667	86,6667	46,66667	86,6667	6,260396	10,5925	41,73597	70,61664
20.00000<x<=25.00000	0	13	0	86,6667	0	86,6667	3,652011	14,24451	24,34674	94,96338
25.00000<x<=30.00000	2	15	13,33333	100	13,33333	100	0,70947	14,95398	4,7298	99,69318
Missing	0	15	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 9. Frequência P_{resina} (mg/dm^3) (a.s-Pastagem). K-S d=.36964, p<.05 ; Lilliefors p<.01; Shapiro-Wilk W=,59418, p=,00002

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
4.000000<x<=5.000000	10	10	66,66667	66,6667	66,66667	66,6667	4	4,4554	29,70269	29,70269
5.000000<x<=6.000000	2	12	13,33333	80	13,33333	80	3	7,72776	21,81569	51,51838
6.000000<x<=7.000000	1	13	6,66667	86,6667	6,66667	86,6667	3	10,93161	21,35903	72,87741
7.000000<x<=8.000000	0	13	0	86,6667	0	86,6667	2	13,21545	15,22556	88,10297
8.000000<x<=9.000000	0	13	0	86,6667	0	86,6667	1	14,40065	7,90137	96,00434
9.000000<x<=10.00000	2	15	13,33333	100	13,33333	100	0	14,84835	2,98463	98,98897
Missing	0	15	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 10. Frequência K (Am. simples-Pastagem). K-S d=.44820, p<.01 ; Lilliefors p<.01; Shapiro-Wilk W=,37709, p=,00000

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
-2.00000<x<=0.000000	0	0	0	0	0	0	4,132665	4,13267	27,5511	27,5511
0.000000<x<=2.000000	14	14	93,33333	93,3333	93,33333	93,3333	3,979499	8,11216	26,52999	54,08109
2.000000<x<=4.000000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	3,715144	11,82731	24,76763	78,84872
4.000000<x<=6.000000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	2,170369	13,99768	14,46913	93,31785
6.000000<x<=8.000000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	0,793023	14,7907	5,28682	98,60467
8.000000<x<=10.00000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	0,181071	14,97177	1,20714	99,81181
10.00000<x<=12.00000	1	15	6,66667	100	6,66667	100	0,025806	14,99758	0,17204	99,98384
Missing	0	15	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 11. Frequência Ca (amostras simples-Valores Pastagem) K-S d=.22810, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=,68004, p=,00015

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
2.000000<x<=3.000000	1	1	6,66667	6,6667	6,66667	6,6667	1,016075	1,01608	6,77383	6,77383
3.000000<x<=4.000000	5	6	33,33333	40	33,33333	40	1,56242	2,5785	10,41614	17,18997
4.000000<x<=5.000000	0	6	0	40	0	40	2,587303	5,1658	17,24869	34,43866
5.000000<x<=6.000000	4	10	26,66667	66,6667	26,66667	66,6667	3,202682	8,36848	21,35121	55,78987
6.000000<x<=7.000000	2	12	13,33333	80	13,33333	80	2,963586	11,33207	19,75724	75,54711
7.000000<x<=8.000000	2	14	13,33333	93,3333	13,33333	93,3333	2,049987	13,38205	13,66658	89,21369
8.000000<x<=9.000000	1	15	6,66667	100	6,66667	100	1,059936	14,44199	7,06624	96,27993
Missing	0	15	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 12. Frequência Mg (amostras simples-Valores Pastagem total).

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
0.000000<x<=2.000000	2	2	13,33333	13,3333	13,33333	13,3333	3	3,34306	22,2871	22,2871
2.000000<x<=4.000000	8	10	53,33333	66,6667	53,33333	66,6667	2	5,75608	16,08678	38,37387
4.000000<x<=6.000000	3	13	20	86,6667	20	86,6667	3	8,51939	18,42205	56,79592
6.000000<x<=8.000000	0	13	0	86,6667	0	86,6667	3	11,07413	17,03162	73,82755
8.000000<x<=10.00000	0	13	0	86,6667	0	86,6667	2	12,98096	12,71219	86,53974
10.00000<x<=12.00000	1	14	6,66667	93,3333	6,66667	93,3333	1	14,12994	7,65985	94,19959
12.00000<x<=14.00000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	1	14,68883	3,72595	97,92554
14.00000<x<=16.00000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	0	14,90828	1,463	99,38855
16.00000<x<=18.00000	1	15	6,66667	100	6,66667	100	0	14,97783	0,46367	99,85222
Missing	0	15	0		0	100				

K-S d=.29871, p<.15 ; Lilliefors p<.01;Shapiro-Wilk W=,68004, p=,00015

Anexo 2, Tabela 13. Frequência H+Al (Amostras simples-Valores Pastagem total)

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
15.00000<x<=20.00000	2	2	13,33333	13,3333	13,33333	13,3333	1	1,37091	9,13939	9,13939
20.00000<x<=25.00000	2	4	13,33333	26,6667	13,33333	26,6667	3	4,52355	21,01759	30,15698
25.00000<x<=30.00000	6	10	40	66,6667	40	66,6667	5	9,22537	31,34546	61,50244
30.00000<x<=35.00000	4	14	26,66667	93,3333	26,66667	93,3333	4	12,98055	25,03456	86,537
35.00000<x<=40.00000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	2	14,58581	10,70173	97,23872
40.00000<x<=45.00000	1	15	6,66667	100	6,66667	100	0	14,95242	2,44405	99,68278
Missing	0	15	0		0	100				

K-S d=.22037, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=,92711, p=,24691

Anexo 2, Tabela 14. Frequência SB (Amostras simples-Valores Pastagem)

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
0.000000<x<=5.000000	0	0	0	0	0	0	3	2,57795	17,1863	17,1863
5.000000<x<=10.00000	7	7	46,66667	46,6667	46,66667	46,6667	3	5,54613	19,7879	36,9742
10.00000<x<=15.00000	5	12	33,33333	80	33,33333	80	4	9,16402	24,11924	61,09344
15.00000<x<=20.00000	2	14	13,33333	93,3333	13,33333	93,3333	3	12,22329	20,39518	81,48862
20.00000<x<=25.00000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	2	14,01782	11,96353	93,45216
25.00000<x<=30.00000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	1	14,74787	4,86697	98,31913
30.00000<x<=35.00000	0	14	0	93,3333	0	93,3333	0	14,95377	1,37267	99,6918
35.00000<x<=40.00000	1	15	6,66667	100	6,66667	100	0	14,99401	0,26826	99,96006
Missing	0	15	0		0	100				

K-S d=.24634, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=,69696, p=,00023

Anexo 2, Tabela 15. Frequência T (Amostras simples-Valores Pastagem total)

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
30.00000<x<=35.00000	3	3	20	20	20	20	3	3,10041	20,66941	20,66941
35.00000<x<=40.00000	7	10	46,66667	66,6667	46,66667	66,6667	4	6,75064	24,33485	45,00426
40.00000<x<=45.00000	1	11	6,66667	73,3333	6,66667	73,3333	4	10,71882	26,45453	71,45879
45.00000<x<=50.00000	2	13	13,33333	86,6667	13,33333	86,6667	3	13,4404	18,14384	89,60264
50.00000<x<=55.00000	1	14	6,66667	93,3333	6,66667	93,3333	1	14,61763	7,84821	97,45084
55.00000<x<=60.00000	1	15	6,66667	100	6,66667	100	0	14,93855	2,13951	99,59035
Missing	0	15	0		0	100				

K-S d=.22210, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=,85451, p=,02013

Anexo 2, Tabela 16. Frequência V % (Amostras simples-Valores Pastagem). K-S d=.22388, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=,80208, p=,00391

Classe	Count	Cumulative count	Percent	Cumul %	% of all	Cumulative %	Expected	Cumulative	Percent	Cumulative %
0.000000<x<=10.00000	0	0	0	0	0	0	1,074644	1,07464	7,1643	7,1643
10.00000<x<=20.00000	2	2	13,33333	13,3333	13,33333	13,3333	2,40739	3,48203	16,04927	23,21356
20.00000<x<=30.00000	8	10	53,33333	66,6667	53,33333	66,6667	4,017965	7,5	26,78644	50
30.00000<x<=40.00000	3	13	20	86,6667	20	86,6667	4,017965	11,51797	26,78644	76,78644
40.00000<x<=50.00000	0	13	0	86,6667	0	86,6667	2,40739	13,92536	16,04927	92,8357
50.00000<x<=60.00000	1	14	6,66667	93,3333	6,66667	93,3333	0,863684	14,78904	5,75789	98,5936
60.00000<x<=70.00000	1	15	6,66667	100	6,66667	100	0,185319	14,97436	1,23546	99,82906
Missing	0	15	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 17. Estatística descriptiva, amostras simples, cerrado. *g/dm^3; mg/dm^3

Estatístico / Variável	N	Média	Confidence -95.000%		Média Geometrica	Média Harmonica	Mediana	Moda	Freq de Moda	Sum	Mini	Max	Quartile inf.
pH em CaCl2	36	4,14	4,03	4,25	4,13	4,12	4,10	3,80	11,00	149,00	3,80	4,90	3,80
M.O*	36	20,22	18,24	22,20	19,45	18,72	20,00	Multiple		728,00	10,00	37,00	16,50
P resina**	36	6,67	6,14	7,20	6,50	6,35	6,00	6,00	11,00	240,00	4,00	12,00	6,00
K	36	1,29	0,98	1,60	1,14	1,04	1,10	1,10	5,00	46,50	0,50	6,00	0,85
Ca	36	7,31	5,90	8,71	6,25	5,29	6,00	Multiple		263,00	2,00	20,00	4,00
Mg	36	5,00	3,97	6,03	4,07	3,19	4,00	4,00	7,00	180,00	1,00	12,00	2,50
H+Al	36	38,25	35,47	41,03	37,40	36,55	38,00	38,00	9,00	1377,00	25,00	58,00	34,00
SB	36	13,60	11,14	16,05	11,83	10,20	11,45	Multiple		489,50	3,50	32,00	8,15
T	36	51,85	48,62	55,07	51,03	50,25	50,45	Multiple		1866,50	36,70	76,80	45,50
V %	36	25,69	21,63	29,76	23,18	20,94	22,00	21,00	5,00	925,00	9,00	54,00	16,50

Estatístico / Variável	N	Quartile Sup.	Percentil 10	Percentil 90	Classe	Classe Quartile	Var	Std.Dev.	Standard Error	Skewness	Std.Err. Skewness	Curtose	Std.Err. Curtose
pH em CaCl2	36	4,30	3,80	4,60	1,10	0,50	0,11	0,33	0,05	0,79	0,39	-0,16	0,77
M.O*	36	23,00	13,00	27,00	27,00	6,50	34,29	5,86	0,98	0,99	0,39	1,59	0,77
P resina**	36	7,50	5,00	9,00	8,00	1,50	2,46	1,57	0,26	1,16	0,39	2,46	0,77
K	36	1,35	0,70	2,00	5,50	0,50	0,83	0,91	0,15	4,15	0,39	21,01	0,77
Ca	36	9,50	3,00	13,00	18,00	5,50	17,30	4,16	0,69	1,11	0,39	1,17	0,77
Mg	36	7,50	2,00	10,00	11,00	5,00	9,20	3,03	0,51	0,66	0,39	-0,52	0,77
H+Al	36	42,00	25,00	52,00	33,00	8,00	67,45	8,21	1,37	0,41	0,39	0,04	0,77
SB	36	18,55	5,80	24,20	28,50	10,40	52,61	7,25	1,21	0,89	0,39	0,09	0,77
T	36	57,15	39,80	63,50	40,10	11,65	90,84	9,53	1,59	0,70	0,39	0,46	0,77
V %	36	30,50	13,00	46,00	45,00	14,00	144,45	12,02	2,00	0,86	0,39	-0,14	0,77

Anexo 2, Tabela 18. Frequência pH em CaCl2 (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.15544, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=.88359, p=.00125

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
3.600000<x<=3.800000	11	11	30,55556	30,5556	30,55556	30,5556	5.404.170	5,40417	15,01158	15,01158
3.800000<x<=4.000000	5	16	13,88889	44,4444	13,88889	44,4444	6.676.609	12,08078	18,54614	33,55772
4.000000<x<=4.200000	10	26	27,77778	72,2222	27,77778	72,2222	8.586.624	20,6674	23,85173	57,40945
4.200000<x<=4.400000	3	29	8,33333	80,5556	8,33333	80,5556	7.686.817	28,35422	21,35227	78,76172
4.400000<x<=4.600000	4	33	11,11111	91,6667	11,11111	91,6667	4.789.691	33,14391	13,3047	92,06642
4.600000<x<=4.800000	1	34	2,77778	94,4444	2,77778	94,4444	2.076.915	35,22083	5,76921	97,83563
4.800000<x<=5.000000	2	36	5,55556	100	5,55556	100	626.517	35,84734	1,74033	99,57595
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 18. Frequência M.O (g/dm3) (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.12318, p> .20; Lilliefors p<.20; Shapiro-Wilk W=.93049, p=.02590

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
5.000000<x<=10.00000	1	1	2,77778	2,7778	2,77778	2,7778	1,4558	1,4558	4,04389	4,04389
10.00000<x<=15.00000	6	7	16,66667	19,4444	16,66667	19,4444	5,24938	6,70518	14,58161	18,6255
15.00000<x<=20.00000	13	20	36,11111	55,5556	36,11111	55,5556	10,74994	17,45512	29,86095	48,48645
20.00000<x<=25.00000	12	32	33,33333	88,8889	33,33333	88,8889	11,08269	28,53782	30,78526	79,27171
25.00000<x<=30.00000	1	33	2,77778	91,6667	2,77778	91,6667	5,75263	34,29045	15,97954	95,25125
30.00000<x<=35.00000	2	35	5,55556	97,2222	5,55556	97,2222	1,50043	35,79088	4,16787	99,41912
35.00000<x<=40.00000	1	36	2,77778	100	2,77778	100	0,19594	35,98683	0,54429	99,96341
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 19. Freqüência P resina (mg/dm3) (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.19247, p<.15 ; Lilliefors p<.01; Shapiro-Wilk W=.89995, p=.00340

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
3.000000<x<=4.000000	1	1	2,77778	2,7778	2,77778	2,7778	1.600.322	1,60032	4,44534	4,44534
4.000000<x<=5.000000	7	8	19,44444	22,2222	19,44444	22,2222	3.577.749	5,17807	9,93819	14,38353
5.000000<x<=6.000000	11	19	30,55556	52,7778	30,55556	52,7778	6.893.076	12,07115	19,14743	33,53097
6.000000<x<=7.000000	8	27	22,22222	75	22,22222	75	8.960.040	21,03119	24,889	58,41997
7.000000<x<=8.000000	5	32	13,88889	88,8889	13,88889	88,8889	7.858.927	28,89012	21,83035	80,25032
8.000000<x<=9.000000	3	35	8,33333	97,2222	8,33333	97,2222	4.650.948	33,54106	12,9193	93,16962
9.000000<x<=10.00000	0	35	0	97,2222	0	97,2222	1.856.613	35,39768	5,15726	98,32688
10.00000<x<=11.00000	0	35	0	97,2222	0	97,2222	499.686	35,89736	1,38802	99,7149
11.00000<x<=12.00000	1	36	2,77778	100	2,77778	100	90.614	35,98798	0,2517	99,9666
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 20. Frequência K (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.25826, p<.05 ; Lilliefors p<.01; Shapiro-Wilk W=.57307, p=.00000

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
-1.00000<x<=0.000000	0	0	0	0	0	0	2,81736	2,81736	7,82599	7,82599
0.000000<x<=1.000000	15	15	41,66667	41,6667	41,66667	41,6667	10,6649	13,48226	29,62473	37,45072
1.000000<x<=2.000000	18	33	50	91,6667	50	91,6667	14,64884	28,13109	40,69121	78,14193
2.000000<x<=3.000000	2	35	5,55556	97,2222	5,55556	97,2222	6,77199	34,90308	18,81107	96,953
3.000000<x<=4.000000	0	35	0	97,2222	0	97,2222	1,04347	35,94655	2,89852	99,85152
4.000000<x<=5.000000	0	35	0	97,2222	0	97,2222	5260	35,99915	0,14611	99,99763
5.000000<x<=6.000000	1	36	2,77778	100	2,77778	100	0,00085	36	0,00236	99,99999
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 21. Frequência Ca (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.19594, p<.15 ; Lilliefors p<.01; Shapiro-Wilk W=.91056, p=.00672

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
0.000000<x<=5.000000	14	14	38,88889	38,8889	38,88889	38,8889	10,42939	10,42939	28,97052	28,97052
5.000000<x<=10.00000	14	28	38,88889	77,7778	38,88889	77,7778	16,26178	26,69117	45,17162	74,14213
10.00000<x<=15.00000	7	35	19,44444	97,2222	19,44444	97,2222	8,15044	34,84161	22,64012	96,78226
15.00000<x<=20.00000	1	36	2,77778	100	2,77778	100	1,11743	35,95904	3,10397	99,88622
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 22. Frequência Mg (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.18474, p<.20 ; Lilliefors p<.01; Shapiro-Wilk W=.92563, p=.01848

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
-2.00000<x<=0.000000	0	0	0	0	0	0	1.786.682	1,78668	4,96301	4,96301
0.000000<x<=2.000000	9	9	25	25	25	25	4.020.632	5,80731	11,16842	16,13143
2.000000<x<=4.000000	11	20	30,55556	55,5556	30,55556	55,5556	7.542.099	13,34941	20,95027	37,0817
4.000000<x<=6.000000	5	25	13,88889	69,4444	13,88889	69,4444	9.301.175	22,65059	25,8366	62,9183
6.000000<x<=8.000000	6	31	16,66667	86,1111	16,66667	86,1111	7.542.099	30,19269	20,95027	83,86857
8.000000<x<=10.00000	3	34	8,33333	94,4444	8,33333	94,4444	4.020.632	34,21332	11,16842	95,03699
10.00000<x<=12.00000	2	36	5,55556	100	5,55556	100	1.408.529	35,62185	3,91258	98,94957
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 23. Frequência H+Al (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.15731, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=.93994, p=.05058

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
20.00000<x<=25.00000	4	4	11,11111	11,1111	11,11111	11,1111	1.920.086	1,92009	5,33357	5,33357
25.00000<x<=30.00000	1	5	2,77778	13,8889	2,77778	13,8889	3.752.130	5,67222	10,42258	15,75616
30.00000<x<=35.00000	9	14	25	38,8889	25	38,8889	6.789.339	12,46156	18,85928	34,61543
35.00000<x<=40.00000	9	23	25	63,8889	25	63,8889	8.575.712	21,03727	23,82142	58,43686
40.00000<x<=45.00000	7	30	19,44444	83,3333	19,44444	83,3333	7.562.203	28,59947	21,00612	79,44298
45.00000<x<=50.00000	1	31	2,77778	86,1111	2,77778	86,1111	4.655.208	33,25468	12,93113	92,37411
50.00000<x<=55.00000	4	35	11,11111	97,2222	11,11111	97,2222	2.000.119	35,2548	5,55589	97,93
55.00000<x<=60.00000	1	36	2,77778	100	2,77778	100	599.589	35,85439	1,66552	99,59552
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 24. Frequência SB (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.18118, p<.20 ; Lilliefors p<.01; Shapiro-Wilk W=.92016, p=.01272

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
0.000000<x<=5.000000	2	2	5,55556	5,5556	5,55556	5,5556	4.246.628	4,24663	11,79619	11,79619
5.000000<x<=10.00000	13	15	36,11111	41,6667	36,11111	41,6667	6.912.449	11,15908	19,20125	30,99744
10.00000<x<=15.00000	9	24	25	66,6667	25	66,6667	9.601.171	20,76025	26,66992	57,66736
15.00000<x<=20.00000	5	29	13,88889	80,5556	13,88889	80,5556	8.446.627	29,20687	23,46285	81,13021
20.00000<x<=25.00000	4	33	11,11111	91,6667	11,11111	91,6667	4.706.093	33,91297	13,07248	94,20269
25.00000<x<=30.00000	2	35	5,55556	97,2222	5,55556	97,2222	1.659.736	35,5727	4,61038	98,81307
30.00000<x<=35.00000	1	36	2,77778	100	2,77778	100	370.216	35,94292	1,02838	99,84145
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 25. Frequência T (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.11250, p> .20; Lilliefors p> .20; Shapiro-Wilk W=.95776, p=.18317

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
30.00000<x<=35.00000	0	0	0	0	0	0	1.388.154	1,38815	3,85598	3,85598
35.00000<x<=40.00000	4	4	11,11111	11,1111	11,11111	11,1111	2.461.220	3,84937	6,83672	10,69271
40.00000<x<=45.00000	5	9	13,88889	25	13,88889	25	4.655.530	8,5049	12,93203	23,62473
45.00000<x<=50.00000	9	18	25	50	25	50	6.728.873	15,23378	18,69131	42,31605
50.00000<x<=55.00000	6	24	16,66667	66,6667	16,66667	66,6667	7.431.856	22,66563	20,64404	62,96009
55.00000<x<=60.00000	6	30	16,66667	83,3333	16,66667	83,3333	6.272.509	28,93814	17,42364	80,38373
60.00000<x<=65.00000	3	33	8,33333	91,6667	8,33333	91,6667	4.045.404	32,98355	11,23723	91,62096
65.00000<x<=70.00000	1	34	2,77778	94,4444	2,77778	94,4444	1.993.547	34,97709	5,53763	97,15859
70.00000<x<=75.00000	1	35	2,77778	97,2222	2,77778	97,2222	750.559	35,72765	2,08488	99,24348
75.00000<x<=80.00000	1	36	2,77778	100	2,77778	100	215.858	35,94351	0,59961	99,84308
Missing	0	36	0		0	100				

Anexo 2, Tabela 26. Frequência V % (Valores amostas simples Cerrado). K-S d=.15195, p> .20; Lilliefors p<.05; Shapiro-Wilk W=.91307, p=.00792

Classe	Count	Cumulative Count	Percent of Valid	Cumul % of Valid	% of all Cases	Cumulative % of All	Expected Count	Cumulative Expected	Percent Expected	Cumulative % Expected
0.000000<x<=10.00000	2	2	5,55556	5,5556	5,55556	5,5556	3,44889	3,44889	9,58025	9,58025
10.00000<x<=20.00000	11	13	30,55556	36,1111	30,55556	36,1111	7,99264	11,44153	22,20179	31,78204
20.00000<x<=30.00000	14	27	38,88889	75	38,88889	75	11,59553	23,03707	32,20981	63,99185
30.00000<x<=40.00000	3	30	8,33333	83,3333	8,33333	83,3333	8,75211	31,78918	24,31142	88,30327
40.00000<x<=50.00000	5	35	13,88889	97,2222	13,88889	97,2222	3,43426	35,22344	9,53961	97,84288
50.00000<x<=60.00000	1	36	2,77778	100	2,77778	100	0,69895	35,92238	1,94151	99,78439
Missing	0	36	0		0	100				

Variáveis contrastadas	**Média (grupos)**		**t-value**	**g.l**	**p**	**Valid N (grupos)**		**Desv padrão (grupos)**		**F-ratio**	**p**	**Levene**	**g.l Levene**	**p Levene**
	1	**2**				**1**	**2**	**1**	**2**	σ^2	σ^2	**F(1,g.l)**		
pH-$CaCl_2$ past - Cerr	4,400	4,139	2,129	49	0,038	15	36	0,539	0,327	2,710	0,017	0,442	49	0,509
M.O past - Cerr	17,533	20,222	-1,587	49	0,119	15	36	4,549	5,856	1,657	0,313	0,867	49	0,356
P_{resina} past - Cerr	5,933	6,667	-1,471	49	0,148	15	36	1,751	1,568	1,248	0,574	0,016	49	0,900
K past - Cerr	1,707	1,292	0,788	49	0,434	15	36	2,862	0,912	9,859	0,000	3,825	49	0,056
Ca past - Cerr	5,733	6,700	-0,876	43	0,386	15	30	1,831	4,053	4,899	0,003	4,066	43	0,050
Mg past - Cerr	5,270	5,000	0,252	49	0,802		36	4,284	3,033	1,995	0,098	0,185	49	0,669
H+Al past - Cerr	28,200	38,250	-4,257	49	0,000	15	36	6,155	8,213	1,780	0,248	1,543	49	0,220
SB past - Cerr	12,707	13,597	-0,385	49	0,702	15	36	8,139	7,254	1,259	0,561	0,384	49	0,538
T past - Cerr	40,907	51,847	-3,986	49	0,000	15	36	7,221	9,531	1,742	0,267	0,695	49	0,408
V % past - Cerr	30,000	25,694	1,120	49	0,268	15	36	13,664	12,019	1,293	0,521	0,020	49	0,887

Anexo 2, Tabela 27. Teste t-Student (pastagem vs cerrado) para as variáveis químicas. Significância p <,05.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo