

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CÂMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE AGRONOMIA

ÉLCIO DOS SANTOS BACKES

**QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO SOB PASTAGEM
IRRIGADA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS
2017

ÉLCIO DOS SANTOS BACKES

**QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO SOB PASTAGEM
IRRIGADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. André Pellegrini

DOIS VIZINHOS
2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

QUALIDADE FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO SOB PASTAGEM IRRIGADA

por

Élcio dos Santos Backes

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado no dia 22 de novembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Orientador
André Pellegrini
UTFPR-DV

Membro titular
Laercio Ricardo Sartor
UTFPR-DV

Membro titular
Adalberto Luiz de Paula
UTFPR-DV

Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de
Curso
Angélica Signor Mendes

Coordenador do Curso de Agronomia
Lucas da Silva Domingues
UTFPR – Dois Vizinhos

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por ter me guiado e me abençoado em todos os dias de realização desse trabalho.

A minha mãe Eliana, meu pai Claudiomar, que com toda a certeza são à base de tudo pra mim, e mesmo as vezes não entendendo muito, nunca deixaram de me dar apoio. Mas principalmente a minha mãe, que eu sei que reza pelo sucesso meu e de meu irmão.

Agradeço a todos os meus familiares, amo todos vocês.

Ao o Professor Dr. André Pellegrini por ter me orientado, pelas considerações, conversas e apoio, por ser mais que um orientador e sim grande amigo que considero muito.

Aos meus amigos do laboratório de solos (Bruna, Paula) que ajudaram e apoiaram na avaliação das amostras. Mas em especial ao Rodrigo Gugel que me ajudou na maioria das análises e coletas a campo contribuindo para execução deste trabalho. Fica o meu muito obrigado.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná por todo o auxílio e aporte na realização do trabalho.

A todos os meus amigos que de uma forma ou outra, sempre estiveram comigo no dia a dia e contribuíram para conclusão desse trabalho.

EPÍGRAFE

“Nem sempre é o pai rico que deixa a maior herança” (Ivan Teorilang)

RESUMO

BACKES, Élcio dos Santos. Qualidade física e química do solo sob pastagem irrigada. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

As pastagens são a maneira mais econômica para a alimentação de bovinos, servindo de matéria prima para um dos seis primeiros produtos mais importantes da agropecuária brasileira, o leite. A qualidade da alimentação fornecida juntamente com o manejo, são os principais fatores que ditarão a produção dos animais. O erro mais grosseiro se dá pelo solo, que nada mais é que a base de todo o sistema. Muitas vezes pela má adequação da carga animal a área explorada. Interferindo nos fatores físicos assim como na disponibilidade de nutrientes às plantas, influenciando diretamente na eficiência produtiva de biomassa forrageira. O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas e químicas do solo em pastagem irrigada em cinco propriedades distribuídas nos municípios de Dois vizinhos, Salto do Lontra, Nova Prata do Iguaçu, São Jorge do Oeste e Cruzeiro do Iguaçu, abrangendo a microrregião de Dois Vizinhos-PR, propondo alternativas para melhoria da qualidade do solo e incremento na produção leiteira. As avaliações físicas e químicas foram realizadas no laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, durante o período compreendido de junho a agosto de 2017, a partir de amostras de solos coletadas nas cinco propriedades já descritas. As variáveis analisadas foram Macroporosidade (Ma), Microporosidade (Mi), Porosidade Total (Pt), Densidade do solo (Ds), Densidade de Partícula (Dp), Resistência à Penetração (Rp), pH, SMP, Matéria Orgânica (MO), Fósforo (P) e Potássio (K). As propriedades químicas avaliadas não foram limitantes para a produtividade das pastagens. Recomenda-se que aos agricultores, adubação e calagem de acordo com a interpretação de análises de solo, pois o excesso traz problemas ambientais, além da redução dos lucros ao agricultor. As propriedades físicas são afetadas pela compactação gerada pelo pisoteio animal, com valores limitantes para macroporosidade, muito próximo aos níveis críticos para densidade do solo e também para a resistência à penetração.

Palavras chaves: Atributos físicos. Produtividade. Irrigação. Compactação. Abalroamento.

ABSTRACT

BACKES, Élcio dos Santos. Physical and chemical soil quality under irrigated pasture. 37 f. Completion of course work (Agronomy course) Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

Pastures are the most economical way to feed cattle, serving as raw material for one of the six most important products of Brazilian agriculture, the milk. The quality of food, along with management, are the main factors that will dictate the productivity of the animals. The main mistake is about the soil, which material is the most important product of the system. Often due to poor adaptation of the animal load of the lot to the area explored, interfering with the physical factors and the chemical availability of nutrients, the plants directly interfering in the productive efficiency of forage biomass. The objective of this study is to evaluate physical and chemical quality of soil in irrigated pastures in five properties distributed in the cities of Dois Vizinhos, Salto do Lontra, Nova Prata do Iguaçu, São Jorge do Oeste and Cruzeiro do Iguaçu, covering the micro region of Dois Vizinhos -PR, proposing alternatives for improving soil quality and increasing milk production. The Physical and chemical evaluations have been accomplished carried out in the soil laboratory of the Federal Technological University of Paraná, campus Dois Vizinhos, from June to August 2017, from soil samples collected in the five previously described properties. The analyzed variables will be Macroporosity (Ma), Microporosity (Mi), Total Porosity (Tp), Soil Density (Sd), Density of Particle (Dp), Penetration Resistance (Pr), pH, SMP, Organic Matter, Phosphorus (P) and Potassium (K). The chemical properties evaluated were not limiting to pasture productivity. It is recommended that farmers, fertilization and liming according to the interpretation of soil analyzes, because the excess brings environmental problems, in addition to the reduction of profits to the farmer. Physical properties are affected by compaction generated by animal trampling, with limiting values for macroporosity, very close to critical levels for soil density and also for penetration resistance.

Keywords: Physical Attributes. Productivity. Irrigation. Compression. Collision.

SUMARIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 PRODUÇÃO LEITEIRA A PASTO	10
2.2 EXIGÊNCIAS HÍDRICAS DE PLANTAS FORRAGEIRAS	11
2.3 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO SOLO	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS AVALIADAS.....	15
3.2. VARIÁVEIS ANALISADAS	16
3.2.1. Taxa de acúmulo diário de forragem	17
3.2.2. Porosidade do solo	18
3.2.3. Densidade do solo	18
3.2.4. Densidade de Partícula	19
3.2.5. Propriedades químicas: pH, Índice SMP, Matéria Orgânica (MO), Fósforo (P) e Potássio (K) .	19
3.2.6. Resistência à Penetração	20
3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
5. CONCLUSÕES.....	32
6. REFERÊNCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

As pastagens são a maneira mais prática e econômica para a alimentação de bovinos, garantindo baixos custos de produção (ALENCAR, et. al, 2010; DIAS-FILHO, 2014). A eficiência produtiva da criação leiteira está correlatamente associada à qualidade da alimentação e manejo fornecido aos animais, antes mesmo da qualidade genética, pois, animais mal manejados e sem boa nutrição não conseguem expressar seu potencial produtivo (FERREIRA, 1991). O que se tem hoje em muitas propriedades é a falta de planejamento da atividade leiteira, principalmente no manejo inadequado da pastagem resultando em baixa qualidade e valor nutritivo do material, refletindo em baixa produtividade leiteira e menor retorno econômico.

A maior produção de massa verde de pastagens é influenciada diretamente pela fertilidade do solo, manejo e condições climáticas, enquanto o valor nutritivo da forrageira depende principalmente da idade da planta, e afeta tanto o ganho de peso do animal quanto a produção de leite (DRUMOND, 2005).

Outro erro correlato é a falta de instrução técnica no fornecimento de alimento, principalmente quando se refere a produção de pasto como fonte principal de volumoso. O erro mais grosseiro se dá pelo manejo inadequado de pastagens assim como pela sua base, o solo. A produtividade da biomassa das espécies forrageiras depende de características de cada espécie, bem como dos fatores edáfoclimáticos de cada região.

No Brasil, inicialmente a irrigação das pastagens teve como o intuito aumentar a produção de forragem e manter altas produções mesmo durante épocas secas do ano. Porém, apenas o uso da irrigação não foi o suficiente, devido ao crescimento das plantas forrageiras também ser influenciado pela temperatura e fotoperíodo, além da quantidade de água e nutrientes (MAYA, 2003).

A falta de informação quanto a manejo e composição nutricional das pastagens reduz o potencial de produção do rebanho e causa prejuízos aos produtores (DRUMOND, 2013). O uso inadequado da irrigação, com aplicação de água excessiva resulta em prejuízos ao ambiente, lixiviação de nutrientes, compactação e conseqüentemente diminuição da vida útil da pastagem. Além do consumo desnecessário de água e energia elétrica (ALENCAR, et. al, 2009).

A prática da irrigação vem como uma ferramenta que auxilia no aumento da produtividade das pastagens, porém, o melhor aproveitamento desta prática ocorre com a

disposição hídrica conforme a necessidade da planta, obedecendo seus estádios fisiológicos. (VOLTOLINI et al. 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar atributos físico-químico do solo que refletem a qualidade do solo sob pastagens irrigadas de propriedades no Sudoeste do Paraná.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO LEITEIRA A PASTO

O leite está entre os seis primeiros produtos mais importantes da agropecuária brasileira, ficando à frente de produtos tradicionais como milho, café beneficiado e arroz (PEDROSO, et al). O principal custo da atividade leiteira gira em torno da alimentação, tendo na utilização de concentrados o principal desembolso, diminuindo a renda líquida do produtor. Uma maneira de diminuir os gastos estariam na utilização de recursos de baixo custo, como as pastagens, a fim de diminuir o dispêndio de máquinas e equipamentos, combustíveis e processo de colheita (SILVA, 2005). Leal (1998) afirma ainda que o custo na alimentação gira em torno de 40 a 60%. Em função disso a busca por alimentos com maior eficiência energética e baixo custo, tecnologias de menor custo benefício, além de reduzir receitas com concentrados, favorece a devolução de nutrientes para o solo.

Holmes (1995) sustenta a ideia que a criação leiteira a pasto é o sistema mais econômico. Além disto, é a fonte mais barata de nutrientes. Quando manejada racionalmente contribui na manutenção dos recursos renováveis, permitindo uma produção mais pura de leite, preservando aspectos relacionados a natureza do animal. Para manter a eficiência produtiva e a competitividade no mercado o produtor leiteiro deve ter uma boa visão administrativa e bom planejamento premeditando a maximização dos lucros, utilizando de maneira eficiente os fatores produtivos (SILVA, 2005).

Segundo Leal (1998) o produtor de leite, para garantir eficiência no seu sistema, deverá optar pela formação e manejo de pastagens que possibilitem aos animais condições para selecionar uma dieta de boa qualidade. Quando utiliza-se forrageiras de alto potencial produtivo, com exigências nutricionais supridas, onde as mesmas proporcionem boas condições para a rebrota mesmo após sucessivas desfolhas, a garantia do sucesso leiteiro é certa. Para que o animal mantenha um bom nível de consumo e produção, absorvendo quantidades suficientes, cada espécie de planta deve obedecer em período ideal de descanso para que também venha a somar na produtividade da criação (HILLESHEIM, 1987).

O fator raça está relacionado a qualidade nutricional do leite, porem a qualidade do alimento fornecido e o manejo também exercem influência na qualidade final do leite. Segundo Costa et al. (2009) o componente do leite que mais sofre ação pela alimentação e a

gordura. O que ocorre é um efeito antagônico entre os níveis de sólidos do leite e o tipo de alimento fornecido, à medida que aumenta o fornecimento de concentrado os níveis de gordura diminuem. A hipótese mais aceita refere-se que a elevação dos níveis de concentrado aumenta a produção do ácido propiônico e láctico acarretando na redução do pH ruminal (COSTA et al. 2009), prejudicando a degradação da fibra, conseqüentemente diminui a produção de ácido acético que é o principal precursor da gordura do leite (NOCEK, 1997).

A qualidade dos sólidos totais do leite vem influenciando no valor agregado ao litro de leite para o produtor em alguns laticínios, isto mostra a valorização do produto em função do melhor aproveitamento pela indústria láctea.

2.2 EXIGÊNCIAS HÍDRICAS DE PLANTAS FORRAGEIRAS

A produtividade leiteira depende fortemente do abastecimento de forragem com atributos para a manutenção e produção animal. A formação dessa forrageira depende fortemente de condições climáticas, do solo e da disponibilidade hídrica, que pode ser alcançada pelo uso da irrigação (FERNANDES, et al. 2004).

O uso da irrigação ainda deve passar por algumas adaptações para alcançar o máximo aproveitamento. Segundo Voltolini et al. (2012) devem ser observados critérios de manejo que resultem em aplicações de água de qualidade, no momento conveniente e nas quantidades coadunáveis com as necessidades de utilização das culturas irrigadas. Recentemente o uso da irrigação tem aumentado com a premissa de aumento produtivo de biomassa forrageira, entretanto a resposta produtiva de uma planta está diretamente relacionada além da disponibilidade hídrica com fatores climáticos como temperatura e fotoperíodo (ALENCAR et al. 2009).

O clima, planta, e estágio de desenvolvimento interferem na evapotranspiração, ou seja, quanto menor a disponibilidade hídrica, maior a demanda pela planta. Plantas C4 (sorgo, milho e gramíneas forrageiras) possuem exigência hídrica menor que plantas C3 como soja, alfafa e leucena. Desta forma Voltolini et al. (2012) cita que plantas C4 demandam de 250 a 350 g de água para gerar 1 g de matéria seca, enquanto as plantas C3 necessitam de 450 a 950 g de água para o mesmo feito.

Segundo Voltolini et al (2012) um dos parâmetros mais importantes para quantificar o gasto de água e o K_c (Coeficiente de cultura), entretanto os estudos ainda são preambulares e pontuais a algumas culturas ou regiões.

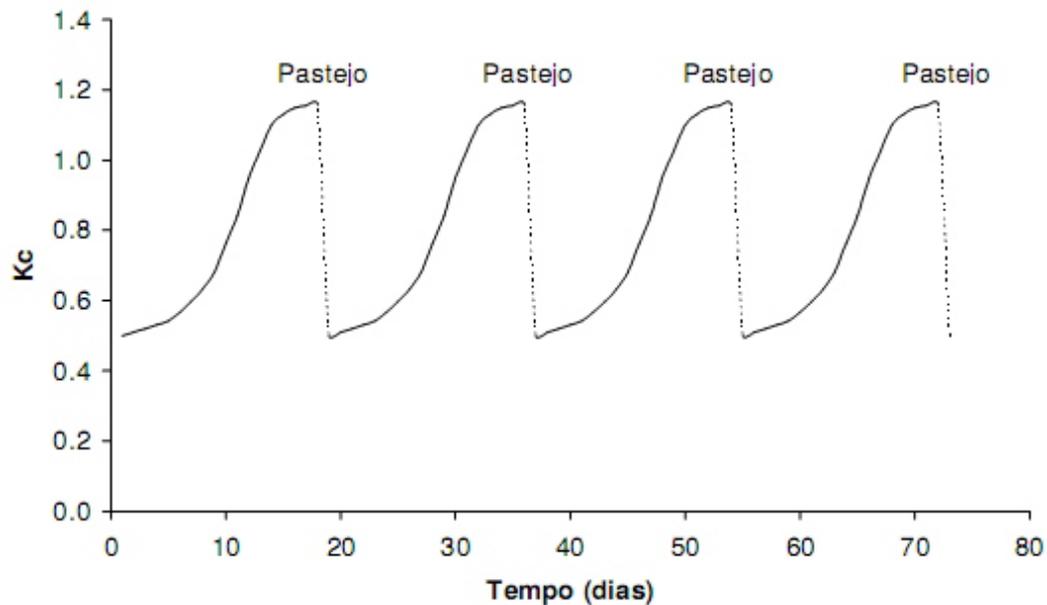


Figura 1. Variação no K_c de uma planta forrageira mantida sob pastejo rotativo. (Fonte: MENDONÇA, 2008).

Segundo Mendonça (2008) o “valor de K_c depende da cultura e varia de acordo com a área foliar e fase do ciclo fenológico”. Deste modo justifica-se que a demanda hídrica da cultura diminui após o pastejo, reduzindo atividades metabólicas pela perda de área fotossintética, o que conseqüentemente se eleva com o aumento da área foliar (figura 1).

Segundo Drumond e Aguiar (2005), devido a adaptabilidade a culturas distintas, uniformidade de aplicação, com ou sem uso de fertilizantes, e fácil controle do volume aplicado a irrigação por aspersão tem ganhado espaço e vem sendo muito utilizada em várias culturas.

2.3 QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DO SOLO

A qualidade do solo refere-se à sua capacidade de funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando o rendimento biológico, mantendo a qualidade do ambiente e promovendo a saúde de plantas e animais (DORAN & PARKIN, 1994).

A compactação é considerada um dos problemas mais agravantes dos solos agrícolas, tal qual é responsável pela atenuação da produtividade das forrageiras, resultando em partículas e agregados reajustadas, tendo conseqüentemente formas e tamanho alterados. Desta forma, estruturas físicas são alteradas, o que pode interferir na exploração radicular das culturas. (SILVA, et al. 2016).

Segundo Lima et al (2010) a resistência a penetração (R_p) é um dos mais fortes indicadores de compactação do solo, logo representa a resistência física que a raiz ou quaisquer outro ser vivo terá que exercer para conseguir rompe-lo. Desta forma valores baixos de R_p justificam solos com maior aeração e melhores produtividades.

O abalroamento causado pelo pisoteio bovino tem sido levantado como um dos principais causadores da compactação do solo em áreas de pastagens (RODRIGUES JUNIOR, 2009). Conforme Doran & Parkin (1994), densidade e a taxa de infiltração de água no solo são indicadores básicos na avaliação de qualidade do solo.

A infiltração de água é uma das condições que melhor indicam os atributos físicos internos do um solo, o crescimento radicular e a capacidade de infiltração está diretamente relacionada a porosidade e a distribuição dos mesmos no perfil do solo. O arranjo da porosidade total está relacionada aos níveis de compactação ou pisoteio que um solo vem sofrendo, interferindo no aumento da D_s quando mal manejados (ALVES & CABEDA, 1999).

A baixa produtividade das plantas forrageiras, ou o declínio de sua produção com o passar dos anos em solos tropicais, é relacionada principalmente a acidez do solo ($pH < 5,0$), toxidez de alumínio e manganês e a baixa disponibilidade de nutrientes, como o fósforo e o nitrogênio (RAO et al., 1995). Apesar das plantas absorverem pequenas quantidades de fosforo, das doses geralmente tendem a ser maiores que nitrogênio e potássio, devido aos problemas de fixação que ocorrem principalmente em solos ácidos. Destas doses apenas 20 a 30% do aplicado é aproveitado pelas plantas. Segundo Santos et al (2002), “o fósforo desempenha papel importante no crescimento do sistema radicular, bem como no perfilhamento das gramíneas, que são fundamentais uma maior produtividade das forrageiras”. Ao contrário do solo, na planta o fosforo é muito móvel, movendo-se dos tecidos mais velhos para os mais novos em casos de deficiência deste nutriente no sistema. Além destes fatores, a absorção, assimilação e translocação de nitrogênio pelas plantas também pode ser restringida pelo mal suprimento de fósforo (Gniazdowska et al., 1999).

Segundo Novais et al. (1982) os níveis críticos de fósforo no solo e na planta tendem a diminuir com a idade das plantas. Santos et al (2002) complementa em seu estudo, que os

níveis críticos de fósforo diminuem exponencialmente com a idade das plantas, tendendo a estabilizarem a partir dos 42 dias de crescimento, ajustando-se a uma regressão potencial.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DAS ÁREAS AVALIADAS

As amostras foram coletadas em cinco propriedades distribuídas nos municípios de Cruzeiro do Iguaçu (propriedade 1), Salto do Lontra (propriedade 2 e 4), Nova Prata do Iguaçu (propriedade 3) e São Jorge do Oeste (propriedade 5) abrangendo a microrregião de Dois Vizinhos-PR (Figura 2). Estas por sua vez estão localizada no terceiro planalto paranaense, cujo material de origem vem de rochas basálticas eruptivas (basaltos, diabásios e meláfiros) da era mesozoica, cuja decomposição proporciona solos profundos e bem intemperizados como Latossolos e Nitossolos vermelhos (GONÇALVES, 2010).

Quanto ao clima da região Alvares et al. (2013), classifica de acordo com Köppen, sendo do tipo Cfa (subtropical úmido), sem estação seca definida, com temperaturas médias anuais entre 19 °C e 22°C, com ocorrência de geadas no período de inverno e precipitações médias de 2000 e 2500 mm anuais.

As propriedades observadas no estudo têm algo entorno de 10 a 20 ha de área, com gestão totalmente familiar. Com característica de ainda produzirem o próprio alimento volumoso para o rebanho. Ambas mantem uma média de 40 a 45 animais lactantes por ano, mantendo a média produtiva durante o ano todo, assim como a lotação animal.

Algumas diferenças foram observadas principalmente quanto a manejo de piquetas e irrigação. Com exceção da propriedade 3 que tem pastagem formada de capim pioneiro, o restantes das 4 avaliadas fornecem pastagem de Tifton para o rebanho Na propriedade o manejo dos piquetas e muito mais seguido à risca, com intervalos de 21 em 21 dias, roçada após saída dos animais para homogeneização do local, e uso de irrigação sempre que se faz necessário. Quanto a fertilidade, apesar da propriedade apresentar bons resultados, a cama de aviário ainda parece ser usada de forma irracional na propriedade. Na propriedade 2 o problema mais nítido de se observar é o não uso da irrigação e uso de roçadas pós pastejo muito baixas (<5 cm). Na propriedade 3, o sistema de piqueteamento rotacionado parece funcionar bem, apesar da rotação não depender do número de dias e sim da altura do capim. Na propriedade 4 o sistema de rotação de piquetas parece não funcionar muito bem, roçadas

não são muito frequentes e geralmente muito altas, mais para eliminar ervas daninhas, aumentando a heterogeneidade dos piquetas, nesta o uso do resíduo dos animais nos piquetas é observado constantemente, por já haver local de coleta e extraviador de dejetos líquidos na própria propriedade. Na propriedade 5 o piqueteamento se apresenta de forma semi rotativa, com pastoreio de 2 a 3 dias, e aumento gradativo do tamanho do piquete conforme a necessidade do lote.

As ultimas 4 propriedades descritas não apresentam um histórico de fertilidade, não tendo informações de a quanto tempo teriam feito uma análise ou correção de solo.

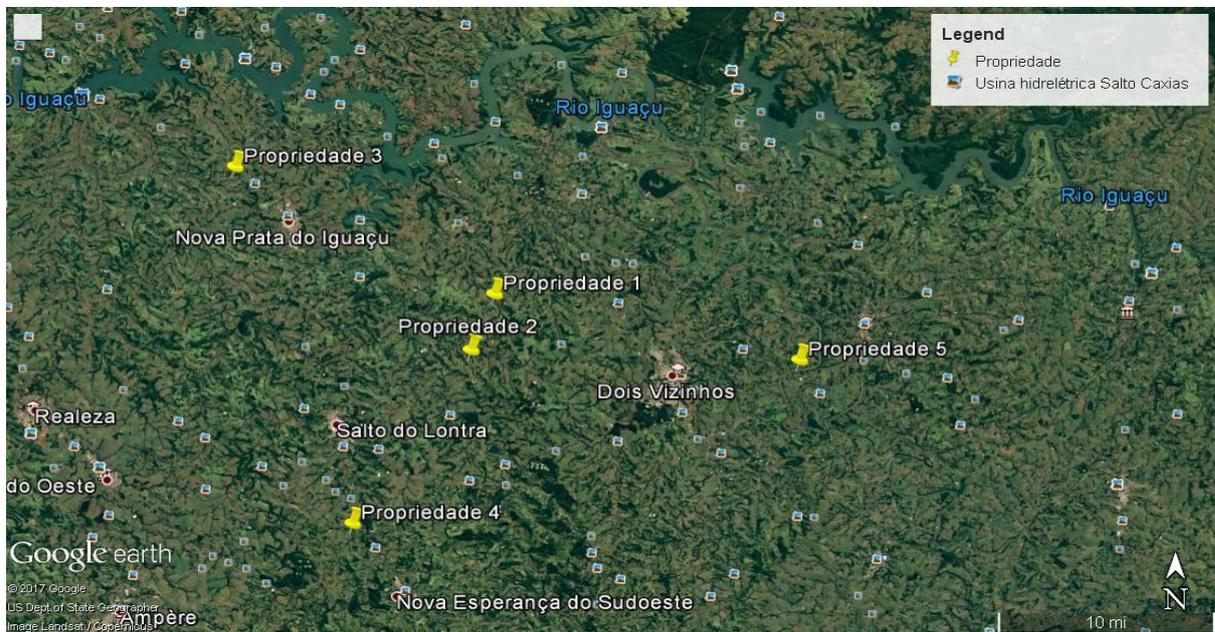


Figura 2: distribuição das propriedades avaliadas na microrregião de Dois Vizinhos.

Fonte: Google Earth Pro, 2017.

3.2. VARIÁVEIS ANALISADAS

As variáveis seguiram método de amostragem aleatória dentro da área de pastagem em cada propriedade, sendo que para cada uma realizou-se 4 coletas que serviram como repetição dos parâmetros avaliados.

As avaliações físicas e químicas foram realizadas no laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, durante o período compreendido de junho a outubro de 2017.

3.2.1. Taxa de acúmulo diário de forragem

Foram coletadas 4 amostras (0,25 m²) de forragem do piquete recém pastejado e 4 amostras no mesmo piquete após um intervalo de 21 dias. A diferença entre estas duas coletas se obteve o acúmulo de biomassa no intervalo dos dias, e pela divisão entre os dias se obteve a taxa de acúmulo diário em kg MS ha dia⁻¹. Estas foram feitas em dois intervalos, o primeiro entre os dias 01 e 22 de fevereiro de 2017, e a segunda entre os dias 22 de fevereiro e 16 de março de 2017.

3.2.2. Porosidade do solo

Foram avaliados os atributos relacionados a aeração e capacidade de armazenamento de água no solo. Para este feito realizou-se coletas indeformadas de solo com anéis volumétricos em três profundidades (0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 m) para avaliação da macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e porosidade total (Pt).

Estes parâmetros foram avaliados em laboratório com pesagens sucessivas após saturar as amostras, posterior a retirada da mesa de tensão (coluna de água de 6 kPa para determinar a água nos macroporos) e finalmente ao sair da estufa de circulação de ar continua a 105°C. A Pt foi obtida pela quantidade relativa de água ocupada na saturação do anel mais solo. Já a Ma pela diferença de massa obtida entre a entrada dos anéis na mesa de tensão é sua respectiva saída. Enquanto Mi pelo volume de água ocupado entre a saída dos anéis da mesa de tensão e a saída da estufa. Como demonstrado nos cálculos seguintes.

$$Pt = \frac{\text{massa do solo saturado} - \text{massa do solo seco a } 105^{\circ}\text{C}}{\text{volume da amostra}}$$

$$Ma = \frac{\text{massa do solo saturado} - \text{massa do solo pos mesa de tensão}}{\text{volume da amostra}}$$

$$Mi = \frac{\text{massa do solo pos mesa de tensão} - \text{massa do solo seca a } 105^{\circ}\text{C}}{\text{volume da amostra}}$$

3.2.3. Densidade do solo

Realizou-se coletas indeformadas de solo com anéis volumétricos em três profundidades (0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 m). Este atributo do solo foi avaliado a partir da massa obtida do solo após secagem em estufa (105°C) em relação ao volume ocupado pela amostra no anel.

$$D_s = \frac{a}{b}$$

D_s = Densidade solo (g /cm³)

a = peso da amostra seca a 105°C (g)

b = volume do anel ou cilindro (cm³)

3.2.4. Densidade de Partícula

Foram coletadas amostras deformadas de solo com pá de corte em três profundidades (0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 m). As amostras de solo foram secas ao ar, e posteriormente levada a estufa de circulação de ar contínuo por um período de 6 a 12 horas a 105° C. A D_p determinou-se em laboratório a partir do volume absoluto ocupado por 20 g de solo em balão volumétrico de 50 ml, titulando-se a este álcool 92%. Segundo a fórmula a baixo descrita.

$$D_p = \frac{a}{50 - b}$$

a = peso da amostra seca a 105°C (g)

b = volume de álcool titulado.

3.2.5. Propriedades químicas: pH, Índice SMP, Matéria Orgânica (MO), Fósforo (P) e Potássio (K)

Foram coletadas amostras deformadas de solo com pá de corte em três profundidades (0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 m). As análises químicas realizadas seguiram os procedimentos do “Manual de Métodos de Análise de Solo” de 2011 da Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

Para ambas as análises o preparo das amostras seguiu os mesmos padrões. Secagem ao ar e posterior passagem por peneira de 2 mm.

3.2.6. Resistência à Penetração

A resistência à penetração foi realizada com auxílio de um penetrômetro da marca Falker, modelo PenetraLog, com resolução de leitura a cada 1,0cm. Dentro de cada gleba foi localizado 4 pontos e nestes realizadas 3 repetições. Posteriormente foi gerando os gráficos no programa Excel, . Nos mesmos pontos também foram coletadas amostras de solos para obtenção de umidade volumétrica para comparação com os valores obtidos.

3.3. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados levantados foram submetidos ao teste de normalidade e posterior a análise de variância (ANOVA) e quando foram significativos, foram agrupados com teste de média de Tukey a nível de 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quando analisado a taxa de acúmulo diário das pastagens no intervalo de 21 dias os melhores rendimentos obtidos para tifton (*Cynodon spp*) foram na propriedade 1 (Tabela 1), logo a propriedade 3 trata-se capim pioneiro (*Pennisetum*), que tem uma maior produção de biomassa. Segundo Corse e Nussio (1992), quando convenientemente manejadas e adubadas, forrageiras do gênero *Pennisetum* tem capacidade de demonstrar elevados rendimentos de forragem. Alguns problemas de pastejo podem ser encontrados em capins desse gênero, como seu caráter sazonal de produção (GOMIDE, 1990) ou dificuldade de manejo pelo crescimento ereto, podendo dificultar o pastejo quando fora do alcance dos animais (VEIGA, 1990). De acordo com Blaser et al. (1973) espécies que demonstram crescimento ereto devem ser manejadas sob pastejo rotativo para garantir ao sistema maior eficiência.

As menores produções se encontraram nas propriedades 5 e 4, onde também se observou um pior manejo de piquetes e não uso de roçadas pós pastejo. Segundo Oltramari e Paulino (2009) a possibilidade de sucesso na produção de leite é grande, desde que se usem forrageiras de alta produtividade com manejo adequado.

Tabela 1: Taxa de acúmulo diário em pastagens irrigadas do sudoeste do Paraná -1ª coleta (intervalo de 02/02 a 22/02/2017) e 2ª coleta (intervalo de 22/02 a 16/03/2017).

Causas da Variação	Produtividade Kg MS ha dia ⁻¹	
	1º coleta	2º coleta
Propriedade 1	133,51 B	108,41 AB
Propriedade 2	113,09 C	93,58 BC
Propriedade 3	192,63 A	137,88 A
Propriedade 4	51,27 E	60,22 D
Propriedade 5	79,02 D	69,17 CD
Média geral	113,90	93,85
CV (%)	7,12	14,95

*Medias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de (p≤0,05).

^{ns} Não significativo a nível de 5% de probabilidade

Fonte: O autor (2017).

Apesar de não se tratar da mesma espécie de capim, a melhor aeração da primeira camada na propriedade 3, pode estar sendo influenciada pelo sistema radicular mais agressivo, influenciando nos valores de macroporosidade e conseqüentemente os melhores valores para Ds. Outros parâmetros não descritos aqui não apresentaram medias significativas, assim como as medias das variáveis na última camada avaliada (Tabela 2).

Tabela 2: Valores médios para a macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), porosidade total (Pt), densidade do solo (Ds) e densidade de partícula (Dp) nas camadas de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m.

Causas da Variação	Ma	Mi	Pt	Ds	Dp
	(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)	(g cm ⁻³)
Profundidade 0,00 a 0,10m					
Propriedade 1	0,07 B	0,48 ^{n.s}	0,55 ^{n.s}	1,38 A	2,89 A
Propriedade 2	0,06 B	0,48	0,54	1,35 AB	2,75 B
Propriedade 3	0,09 A	0,48	0,57	1,28 B	2,85 AB
Propriedade 4	0,06 B	0,49	0,56	1,31 AB	2,85 AB
Propriedade 5	0,06 B	0,47	0,54	1,37 AB	2,84 AB
Média geral	0,07	0,48	0,55	1,33	2,83
CV (%)	17,13	2,70	3,10	3,02	1,95
Profundidade 0,10 a 0,20m					
Propriedade 1	0,06 B	0,49 A	0,56 ^{n.s}	1,32 ^{n.s}	2,89 ^{n.s}
Propriedade 2	0,07 B	0,50 A	0,57	1,25	2,83
Propriedade 3	0,08 AB	0,48 AB	0,57	1,28	2,91
Propriedade 4	0,12 A	0,44 B	0,57	1,25	2,86
Propriedade 5	0,07 B	0,47 AB	0,55	1,28	2,82
Média geral	0,08	0,48	0,56	1,28	2,86
CV (%)	21,82	4,59	4,08	5,07	2,32
Profundidade 0,20 a 0,30m					
Propriedade 1	0,06 ^{n.s}	0,52 ^{n.s}	0,58 ^{n.s}	1,20 ^{n.s}	2,88 ^{n.s}
Propriedade 2	0,07	0,50	0,58	1,18	2,88
Propriedade 3	0,08	0,50	0,58	1,21	2,89
Propriedade 4	0,10	0,47	0,57	1,21	2,86
Propriedade 5	0,06	0,51	0,57	1,18	2,92
Média geral	0,07	0,50	0,58	1,20	2,88
CV (%)	28,28	6,15	2,91	4,90	1,89

*Medias seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de (p≤0,05).

^{ns} Não significativo a nível de 5% de probabilidade

Fonte: O autor (2017).

As médias não significativas na camada de 0,20 a 0,30 m comprovam que a Pt, Ds e Dp não diferenciam entre suas medias, podendo dizer que algumas das causas das variações nas camadas mais superficiais tem origem da compactação do solo e do abalroamento promovido pelos animais dependendo ou não da espécie forrageira predominante sobre o local. Ou seja, a espécie e seu sistema radicular pode auxiliar o solo a ser mais resistente a compactação.

Percebe-se as medias de Ma de ambas as propriedades e profundidade se encontram abaixo de $0,08 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. De acordo com Reichert et al. (2007), o valor crítico de macroporosidade parece estar bem estabelecido, equivalendo a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. O que pode justificar a produtividade e os níveis encontrados de fertilidade não estar sendo um fator limitante no momento, assim como o ano ter ocorrido bem, com precipitações regulares ou ainda, o manejo da irrigação das propriedades avaliadas com melhores produtividades ter suprido as exigências fisiológicas das forrageiras, não deixando o fator macroporosidade ser um fator limitante.

Analisando os dados de percentagem de matéria orgânica do solo apresentado na Tabela 4, observa-se que na camada de 0,00 a 0,10 m as propriedades 1, 2 e 4 apresentaram os valores mais elevados ($>3,4\%$) se enquadrando com níveis muito altos de matéria orgânica, e logo em seguida as outras duas propriedades com níveis também bons, considerados altos segundo o manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (SBCS, 2017) (Tabela 3). Muito destes valores se deve ao uso de cama de aviário como fonte de nutrientes pelos produtores da região. Como fertilizante é a forma mais comum do uso deste resíduo, pois além de fornecer nutrientes benéficos para o solo contribui para o aumento dos teores de matéria orgânica (KINGERY et al., 1993).

Tabela 3: Interpretação para parâmetros químicos do solo para o estado do Paraná

Classe de interpretação	pH H ₂ O	CTC a	CTC	CO	MO
		pH 7,0	efetiva	g dm ⁻³	(%)
		cmol _c dm ⁻³			
Muito baixo	< 4,7	< 5	< 1,1	< 4	< 0,7
Baixo	4,7-5,1	5-7	1,1-2,0	4-8	0,7-1,4
Médio	5,2-5,6	8-14	2,1-4,0	9-14	1,5-2,4
Alto	5,7-6,2	15-24	4,1-8,0	15-20	2,5-3,4
Muito alto	> 6,2	> 24	> 8,0	> 20	> 3,4
Condição a evitar	> 6,7	-	-	-	-

CTC: capacidade de troca de cátions. CO: carbono. para transformar CO em matéria orgânica, multiplicar por 1,724. MO: matéria orgânica.

Fonte: Adaptado de manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (SBCS, 2017).

Os altos valores de pH (Tabela 4) encontrados nas camadas avaliadas também podem ser influenciados pela aplicação contínua de cama de aviário. Segundo Primavessi (1982), a cama de aviário quando usada como adubação orgânica, aumenta a CTC do solo, elevando o pH reduzindo o teor de alumínio trocável. A consequência disso é aumentar a disponibilidade de nutrientes aplicados por meio de fertilizantes minerais e contribui para a sanidade do vegetal por diversificar a produção de substâncias como fenóis e de antibióticos por bactérias, favorecendo melhores condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Percebe-se também uma relação entre as médias de pH do solo e os níveis de fósforo e potássio encontrados nas primeiras camadas. De acordo com Girotto (2003) em seu estudo sobre a disponibilidade de nutrientes pelo processo de reutilização da cama de aviário, afirma que quanto maior o grau de reutilização, maior será a concentração dos macrominerais NPK (Nitrogênio, Fósforo e Potássio).

Destaca-se ainda a propriedade 3 com os melhores valores médios de pH. Onde segundo Malavolta (1989) a melhor faixa de disponibilidade e absorção de macro e micronutrientes se dá entre pH 5,5 a 6,5 (Figura 3). Enquanto o Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná diz que os valores médios devem estar entre 5,2 e 5,6 (Tabela 3)

Tabela 4: Valores de pH em água e índice SMP do solo nas camadas de 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 m em pastagens irrigadas do Sudoeste do Paraná.

Causas da Variação	0,00-0,10 m		0,10-0,20 m		0,20-0,30 m	
	pH	SMP	pH	SMP	pH	SMP
Produtor 1	6,84 A	6,57 A	6,77 A	6,39 A	6,71 A	6,44 A
Produtor 2	6,01 B	6,02 B	6,06 B	5,89 BC	6,10 B	6,01 B
Produtor 3	5,53 C	5,66 C	5,85 B	5,98 BC	6,13 B	6,15 AB
Produtor 4	6,55 A	6,14 B	6,61 A	6,17 AB	6,44 AB	6,14 AB
Produtor 5	5,73 BC	5,50 C	5,80 B	5,78 C	5,89 B	5,92 B
Média geral	6,13	5,97	6,22	6,03	6,25	6,13
CV (%)	5,02	3,92	5,67	3,82	6,35	3,77

*Medias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de ($p \leq 0,05$).

^{ns} Não significativo a nível de 5% de probabilidade

Fonte: O autor (2017).

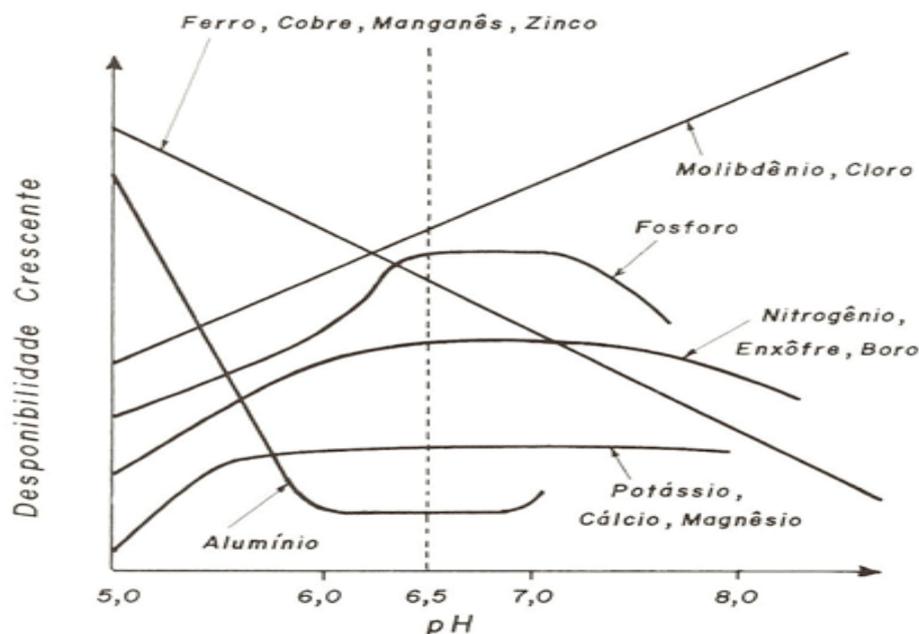


Figura 3: Efeito do pH na disponibilidade dos nutrientes e do alumínio em sua forma tóxica (Al^{3+}).

Fonte: Malavolta (1989)

Analisando os dados de potássio obtidos nas propriedades rurais analisadas, pode-se dizer que os níveis se encontram muito altos independentemente da profundidade ou do nível de significância entre os produtores. Mesmo que não avaliado a CTC das variáveis.

Considerando os teores de argila do solo (Tabela 6), as propriedades 4 e 5 apresentam os teores mais elevados de fosforo no solo, considerados como muito alto. A

propriedade 1 por sua vez apresenta concentrações que deveriam ser evitadas ($>60 \text{ mg dm}^{-3}$). Analisando a relação entre o rendimento relativo de culturas e o teor de fósforo no solo não se tem este elemento como limitante para o rendimento das forrageiras (Figura 4). Podendo estar associado ao manejo, as piores medias de produtividade das propriedades 4 e 5.

Tabela 5: Valores médios de Potássio (K), Fósforo (P), Carbono (C) e Matéria orgânica do solo (M.O.S) nas camadas de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m.

Causas da Variação	Potássio (K)	Fósforo (P)	Carbono (C)	M.O.S
	(mg kg ⁻¹)		%	
Profundidade 0,00 a 0,10m				
Propriedade 1	504,36 A	101,90 A	1,97 ABC	3,39 ABC
Propriedade 2	265,91 C	13,11 CD	2,22 A	3,83 A
Propriedade 3	248,96 C	9,05 D	1,59 C	2,74 C
Propriedade 4	362,85 B	44,56 B	2,16 AB	3,74 AB
Propriedade 5	173,98 D	24,36 C	1,72 BC	2,97 BC
Média geral	311,21	38,60	1,93	3,33
CV (%)	7,45	16,01	11,11	11,10
Profundidade 0,10 a 0,20m				
Propriedade 1	425,92 A	16,91 A	1,59 AB	2,75 AB
Propriedade 2	219,69 C	3,49 D	1,63 AB	2,81 AB
Propriedade 3	50,37 E	2,63 D	1,27 B	2,20 B
Propriedade 4	312,03 B	6,56 C	1,87 A	3,23 A
Propriedade 5	137,58 D	10,06 B	1,58 AB	2,73 AB
Média geral	229,12	7,93	1,59	2,74
CV (%)	12,91	11,04	11,85	11,82
Profundidade 0,20 a 0,30m				
Propriedade 1	348,01 A	4,78 AB	1,21 AB	2,10 AB
Propriedade 2	163,84 C	2,42 CD	1,28 AB	2,21 AB
Propriedade 3	32,35 D	1,93 D	0,99 B	1,70 B
Propriedade 4	203,16 B	3,69 BC	1,59 A	2,75 A
Propriedade 5	51,61 D	5,30 A	1,37 AB	2,37 AB
Média geral	159,79	3,62	1,29	2,22
CV (%)	10,05	17,44	16,58	16,58

*Medias seguidos de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de ($p \leq 0,05$).

^{ns} Não significativo a nível de 5% de probabilidade

Fonte: O autor (2017).

Tabela 6: Valores médios de Areia, Silte e Argila nas camadas de 0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m.

Causas da Variação	Areia	Silte	Argila
	kg kg ⁻¹ de solo		
Profundidade 0,00 a 0,10m			
Produtor 1	0,07 B	0,51 ^{n.s}	0,41 ^{n.s}
Produtor 2	0,15 AB	0,40	0,44
Produtor 3	0,15 AB	0,39	0,46
Produtor 4	0,16 A	0,39	0,43
Produtor 5	0,12 AB	0,40	0,46
Média geral	0,13	0,42	0,44
CV (%)	32,43	13,82	15,34
Profundidade 0,10 a 0,20m			
Produtor 1	0,06 ^{n.s}	0,46 ^{n.s}	0,47 ^{n.s}
Produtor 2	0,07	0,36	0,55
Produtor 3	0,12	0,36	0,51
Produtor 4	0,12	0,36	0,52
Produtor 5	0,10	0,43	0,46
Média geral	0,09	0,39	0,50
CV (%)	44,42	14,57	13,87
Profundidade 0,20 a 0,30m			
Produtor 1	0,03 AB	0,34 ^{n.s}	0,62 ^{n.s}
Produtor 2	0,01 B	0,33	0,65
Produtor 3	0,11 A	0,37	0,52
Produtor 4	0,07 AB	0,33	0,58
Produtor 5	0,06 AB	0,41	0,53
Média geral	0,06	0,35	0,58
CV (%)	65,12	21,34	13,41

*Medias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a nível de ($p \leq 0,05$).

^{ns} Não significativo a nível de 5% de probabilidade

Fonte: O autor (2017).

Para os teores de fósforo observou-se maiores concentrações na primeira camada quando comparada com as demais. Isso se demonstrou com maior evidência nas propriedades 1 e 4. Na primeira propriedade, a média de 101,90 mg Kg⁻¹ pode ser explicada pelas constantes aplicações de cama de aviário sem uma análise previa dos níveis de nutrientes. Já no produtor 4 constatou-se aplicações constantes do próprio esterco bovino remanescente da propriedade nas pastagens. A baixa mobilidade do fósforo no solo e a entrada de P no sistema pode ser umas das explicações para estes níveis elevados. O mesmo é observado para os níveis de potássio, onde apesar de apresentarem significância entre os resultados todos se

enquadram com valores muito elevados ($>0,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) na camada de 0,00 a 0,10 m, com diminuições de concentrações deste elemento em profundidade. As menores reduções deste em profundidade são observadas nas propriedades 1 e 4, que são as mesmas que apresentam as maiores concentrações deste elemento na primeira camada.

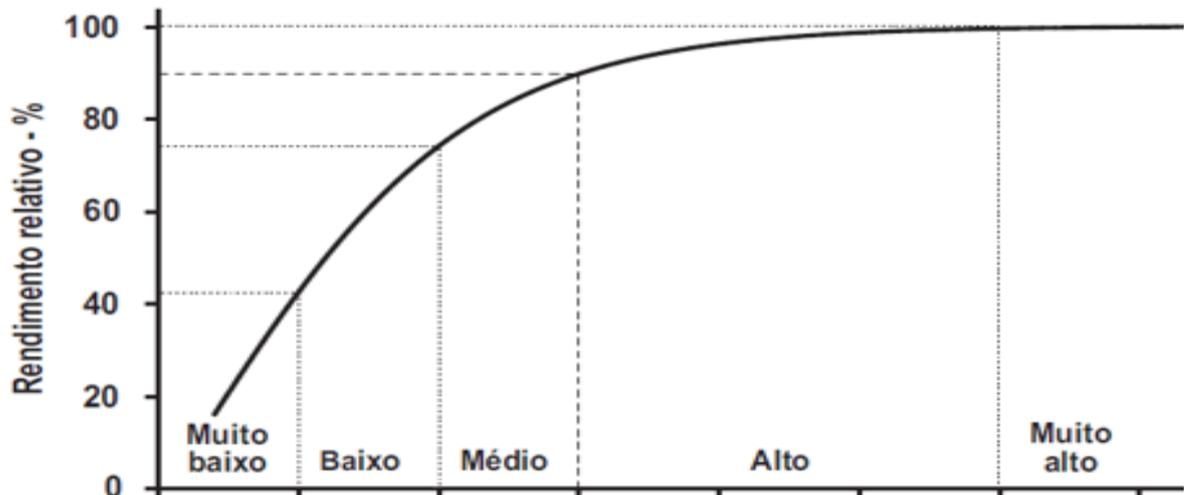


Figura 4. Relação entre teor de um nutriente no solo e seu rendimento relativo de culturas

Fonte: Adaptado de Manual de adubação e calagem para os estados de Rio Grande do Sul e Santa Catarina, 2016.

Tabela 7: Interpretação para o fósforo disponível no solo (extraído por mehlich-1) para o Estado do Paraná.

Classe de interpretação	P disponível (mg dm^{-3})			
	Argila (g Kg^{-1})			Pastagem perene extensiva
	< 250	250-400	> 400	
Muito baixo	< 6	< 4	< 3	< 2
Baixo	6-12	4-8	3-6	2-3
Médio	13-18	9-12	7-9	4-6
Alto	19-24	13-18	10-12	7-10
Muito alto	> 24	> 18	> 12	> 10
Condição a evitar	> 120	> 90	> 60	> 40

Fonte: Adaptado de manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (SBCS, 2017).

Tabela 8: Interpretação para o potássio disponível no solo (extraído por mehlich-1) para o Estado do Paraná.

Classe de interpretação	K trocável (cmol _c dm ⁻³)	% K na CTC a pH 7,0
Muito baixo	< 0,06	< 0,5
Baixo	0,06-0,12	0,5-1,0
Médio	0,13-0,21	1,1-2,0
Alto	0,22-0,45	2,1-3,0
Muito alto	> 0,45	> 3,0
Condição a evitar	-	> 10,0

Para transformar cmol_c dm⁻³ para mg dm⁻³, multiplicar K por 390,98.

Fonte: Adaptado de manual de adubação e calagem para o estado do Paraná (SBCS, 2017).

As altas concentrações do nutriente com uso indiscriminado de irrigação, ou altas precipitações resulta na lixiviação do potássio livre na solução do solo (não retido na CTC do solo) para camadas mais profundas.

A entrada destes elementos em um sistema pecuário pode se dar pela fonte de alimento dada aos animais. De acordo com Nussio (1995) o milho utilizado para silagem tem elevadas exportações de nutrientes, chegando a 126 Kg ha⁻¹ de potássio para uma produção de 12 t de MS ha⁻¹. Outra explicação se refere à reciclagem de nutrientes da palha das gramíneas, acumulando em médio e longo prazo nutrientes na camada superficial do solo, favorecendo o aumento dos teores de potássio e fósforo nestas camadas (FLOSS, 2000).

Com os dados da taxa de acúmulo diário MS ha⁻¹ (Tabela 1), e os dados da tabela 4 observasse que a propriedade 1 tem boas produções comparado ao restante dos avaliados. Isto certamente está relacionado à disponibilidade de fósforo nos primeiros dias após pastejo. Tendo fonte de fósforo inorgânico (Pi) com investimento em energia para produção de biomassa.

De acordo com a Figura 5, todas as propriedades estão tendendo a problemas de compactação do solo, devido ao pisoteio animal, por muitas vezes rotacionado, mas durante o ano todo, incluindo épocas chuvosas onde o abalroamento do solo acaba sendo maior (maior umidade do solo). Percebe-se que nas medias das primeiras camadas até 0,10 m observa-se a maior resistência a penetração, justificada pela compactação superficial.

Quando analisamos a propriedade 5, observasse uma maior resistência nas primeiras camadas e uma tendência a diminuir a partir dos 0,15 m, sendo o solo menos resistente a penetração abaixo dos 0,25 m. Nota-se que paralelo a isto, a umidade do solo na primeira camada diferiu significativamente da propriedade 2, que obteve uma das curvas mais

interessantes das 5 avaliadas. Está menor umidade obtida na propriedade 5 pode ter interferido na resistência a penetração na camada superficial, logo percebe-se que nas camadas inferiores a umidade não difere significativamente, que são as mesmas camadas onde a propriedade 5 começou a apresentar os melhores resultados. Segundo Gerard et al. (1982) e Neiro et al. (2003) a umidade no momento da medição, assim como outros atributos físicos característicos do solo podem interferir a qualidade dos dados, assim como no seu resultado.

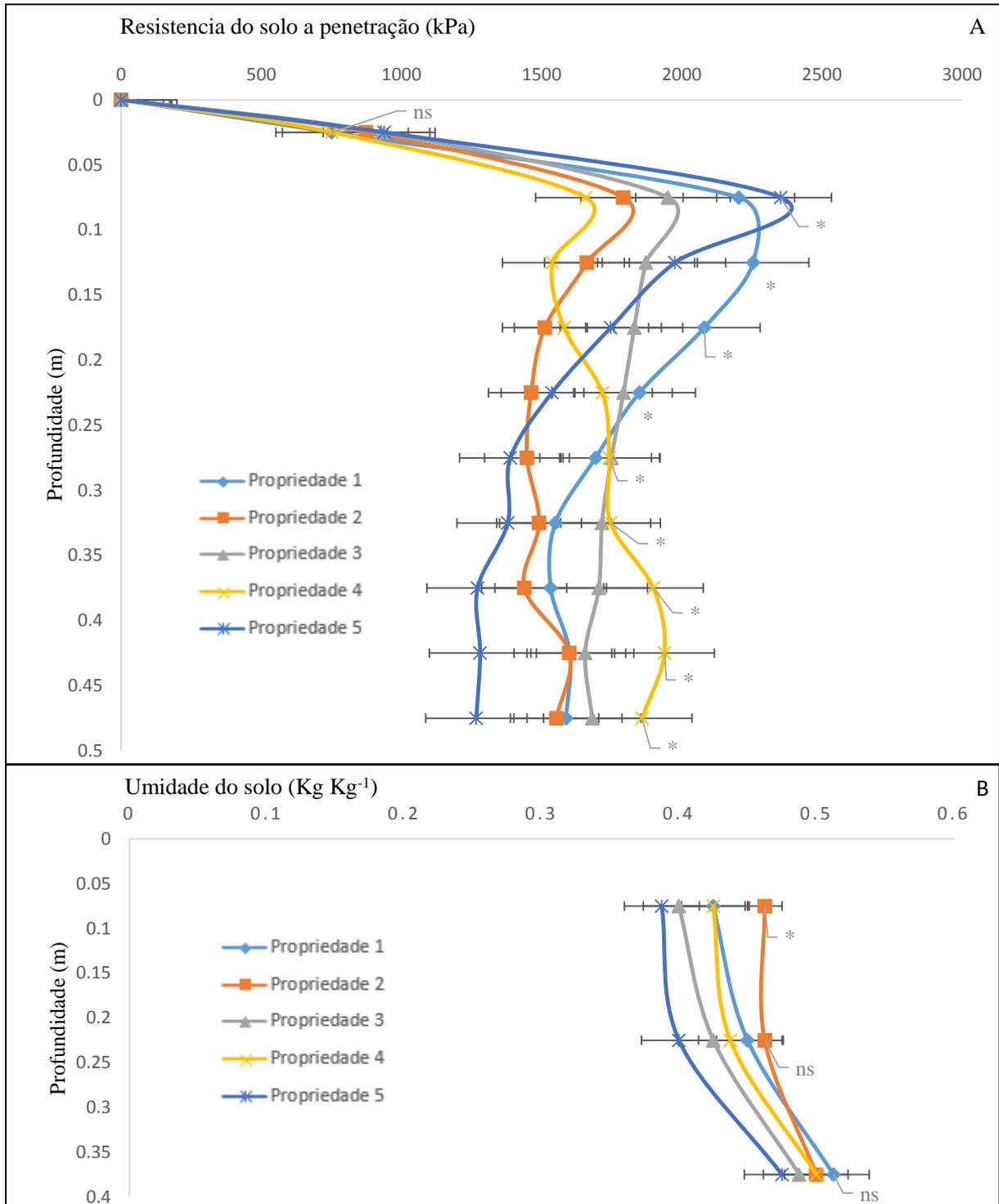


Figura 5: resistência a penetração do solo (kPa) (A) e umidade do solo (kg kg^{-1}) (B) ao longo do perfil do solo das 5 propriedades analisadas no sudoeste do Paraná. Barras na horizontal indicam o erro padrão. Valores seguidos de ns não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Profundidades indicados com * diferem-se significativamente onde o erro padrão dos pontos não se transpassam. UTFPR – Dois Vizinhos – PR, 2016.

Fonte: o autor (2017).

5. CONCLUSÕES

As propriedades químicas avaliadas não foram limitantes para a produtividade das pastagens com níveis de médio a muito alto para P e K, e valores de pH dentro da faixa adequada para gramíneas e MO de alto a muito alto. Recomenda-se que os agricultores, adubação e calagem de acordo com a interpretação de análises de solo, pois o excesso trás problemas ambientais, além da redução dos lucros do agricultor.

As propriedades físicas são afetadas pela compactação gerada pelo pisoteio animal, com valores limitantes para macroporosidade, muito próximo aos níveis críticos para densidade do solo e também para a resistência à penetração. Estas propriedades afetam a produtividade principalmente em períodos de déficit hídrico, como as pastagens são irrigadas, sua produção não foi comprometida.

6. REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. A. B. de, et al **Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 38, p. 98-108, 2009 (Supl. esp.)

ALENCAR, C.A.B. et al. **Altura de capins e cobertura do solo sob adubação nitrogenada, irrigação e pastejo nas estações do ano irrigação e pastejo nas estações do ano.** Acta Scientiarum, Agronomy, Maringá, v. 32, n.1, p. 21-27, 2010.

ALVARES, C. A. at al. **Köppen's climate classification map for Brazil Meteorologische Zeitschrift. Fast Track Article.** Gerbruder Borntraeger. Stuttgart, 2013.

ALVES, M.C. & CABEDA, M.S.V. **Infiltração de água em um Podzólico Vermelho-Escuro sob dois métodos de preparo, usando chuva simulada com duas intensidades.** R. Bras. Ci. Solo, 23:753-761, 1999.

BLASER, R.E.; WOLF, D.D.; BRYANT, H.T. **Systems of grazing management.** In: HEATH, M.E.; METCALF, D.S.; BARNES, R.E. (Eds.). Forages. Ames: Iowa State Univ. Press., p.581-595. 1973.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. **Manejo do capim-elefante: correção e adubação do solo.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1992, Piracicaba. Anais... Piracicaba: USP-ESALQ, p.87-115. 1992.

COSTA, R.G. et al. **Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra,** R. Bras. Zootec., v.38, p.307-321, 2009 (supl. especial)

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil.** Belém: Embrapa Amazônia, 2014.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. **Defining and assessing soil quality.** In: DORAN, J.W. et al. **Defining soil quality for a sustainable environment.** Madison: Soil Science Society of America, 1994. p.3-22.

DRUMOND, L.C.D.; AGUIAR, A. de P.A. **Irrigação de pastagem.** Uberaba: L.C.D. Drumond, 2005. 210 p. il.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análise de solo**, 2ª ed. Rio de Janeiro, 2011. 230p.

FERREIRA D.F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Ciências Exatas/DEX – Lavras – MG – Brasil. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez., 2011

FERNANDES, E.N.; BRESSAN, M.; VERNEQUE, R.S. **Zoneamento da pecuária leiteira a região sul do Brasil**. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.2, p.485-491, 2004

FERREIRA, A. M. **Manejo reprodutivo e eficiência da atividade leiteira**. Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, 1991. 47 p. (Embrapa-CNPGL. Documentos, 46).

FLOSS, E.L. **Benefícios da biomassa de aveia ao sistema plantio direto**. Revista Plantio Direto, p.25-29. Maio/Jun 2000.

GERARD, C.J.; SEXTON, P. & SHAW, G. **Physical factors influencing soil strength and root growth**. Agron. J., 74:875-879, 1982.

GIROTTI, A. F. ; ÁVILA, V. S. **Cama de aviário: análise econômica de materiais alternativos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003. 4p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 326)

GNIAZDOWSKA, A.; KRAWCZAK, A.; MIKULSKA, M. & RYCHTER, A.M. **Low phosphorus nutrition alters beans plants' ability to assimilate and translocate nitrate**. J. Plant Nut., 22:551-563, 1999.

GOMIDE, J.A. **Formação e utilização de capineira de capim-elefante**. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1990, Coronel Pacheco. Anais... Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL. p.59-87. 1990.

GONÇALVES, I. D. Cola da Web. **Geografia física**. 2010. Disponível em: <<http://www.coladaweb.com/geografia-do-brasil/estados-brasileiros/parana>> acesso em 27 de junho de 2017.

HILLESHEIM, A **Fatores que afetam o consumo e perdas de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) sob pastejo**. Piracicaba: ESALQ, 1987. 94 p. Tese de Mestrado.

HOLMES, C. W. **Produção de leite a baixo custo em pastagens**: uma análise do sistema LEAL, J.A. **Produção de leite em pastagem**, doc.133, Embrapa Meio-Norte, nov.1998, p.2, disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/55193/1/Doc33.pdf>> acesso em 29/abril/2017

KINGERY, W.L.; WOOD, C.W.; DELANEY, D.P.; et al. **Implications of long-term land application of poultry litter on tall fescue pastures**. Journal of Production Agriculture, v.6, n.3, p.390-395, 1993.

LIMA, C.L.R. **Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 45, n. 1, p. 89-98, 2010.

MALAVOLTA, E. **ABC da adubação**. Editora Agronômica CERES, São Paulo, 1989.

MAYA, F. L. A. **Produtividade e viabilidade econômica da recria e engorda de bovinos em pastagens adubadas intensivamente com e sem o uso da irrigação**. 2003. 82f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/ Universidade de São Paulo - ESALQ, Piracicaba, 2003.

MENDONÇA, F. C. **Curso teórico prático de manejo e projetos de irrigação em pastagens**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 63 p. neozelândes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2, 1995, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: FEALQ. 1996. P. 69-95.

NEIRO, E.S.; MATA, J.D.V.; TORMENA, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; PINTRO, J.C. & COSTA, J.M. **Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho distroférico, com rotação e sucessão de culturas, sob plantio direto**. Acta Sci. Agron., 25:19-25, 2003.

NOCEK, J.E. **Bovine acidosis: implications on lameness**. Journal of Dairy Science, v.80, n.5, p.1005-1028, 1997.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. & COUTO, C. **Níveis críticos de fósforo no solo para o eucalipto**. R. Arv, 6:29-37, 1982

NUSSIO, L.G. **Milho e sorgo para produção de silagem**. In: VOLUMOSOS PARA BOVINOS, 2., Piracicaba, 1995. Piracicaba: FEALQ, 1995, p.75-178.

OLTRAMARI, C.E.; PAULINO, V.T. **Forrageiras para gado leiteiro**, Curso de Produção Animal Sustentável – IZ/APTA-SAA. Disciplina Ecologia de Pastagens 2009

RAO, I.M.; AYARZA, M.A. & GARCIA, R. **Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils I**. Differences in plant growth, nutrient acquisition and nutrient utilization among C4 grasses and C3 legumes. J. Plant Nutr., 18:2135-2155, 1995.

PEDROSO, A. M. et al. **Tecnologia para produção de leite na Região Sudeste do Brasil**, EMBRAPA GADO DE LEITE disponível em: <<http://www.cnp.gl.embrapa.br/sistemaproducao/1-tecnologia-para-produ%C3%A7%C3%A3o-de-leite-na-regi%C3%A3o-sudeste-do-brasil>>, acesso em: 29/abril/2017

PRIMAVESI, O. **Fatores limitantes da produtividade agrícola e plantio direto**. São Paulo: BASF, 1982. 56p.

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J. **Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, Efeitos, Limites Críticos e Mitigação**. Tópicos em Ciência do Solo. v. 1, Viçosa, 2007. p. 49-134.

RODRIGUES JUNIOR; D.J. et al. **Compactação do solo e o pisoteio bovino numa pastagem com e sem irrigação**, II Seminário Iniciação Científica – IFTM, Campus Uberaba, MG. 20 de outubro de 2009

SANTOS, H. Q., FONSECA, D. M., CANTARUTTI, R. B., ALVAREZ V., V. H., NASCIMENTO JÚNIOR, D., **Níveis críticos de fósforo no solo e na planta para gramíneas forrageiras tropicais, em diferentes idades**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 26, núm. 1, 2002, pp. 173-182 Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180217643019>>. acesso em: 3 de nov de 2017

SILVA, I. W. da, et al. **Atributos físicos do solo na identificação da compactação em pastagem de tifton 85 (cynodon dactylon) com irrigação e doses de nitrogênio**. Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/File/6890/5660>> acesso em: 29 de abril de 2017

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Núcleo Estadual Paraná. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. – Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482p.: il.

VEIGA, J.B. **Utilização de capim-elfante sob pastejo**. In: SIMPÓSIO DE CAPIM-ELEFANTE, 2., 1990, Coronel Pacheco. Anais... Coronel Pacheco: Embrapa-CNPGL, p.133-154. 1990.

VOLTOLINI T.V. et al. **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**, Pastos e manejo do pastejo em áreas irrigadas (2012).