

**FACULDADES DE ENSINO SUPERIOR DO CENTRO DO PARANÁ  
ENGENHARIA AGRÔNOMICA**

**ANDRÉ GABRIEL COZAR**

**ESTUDO DE CASO – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E  
RECOMENDAÇÕES DE CORREÇÕES PARA CADA TALHÃO DE  
UMA PROPRIEDADE RURAL EM TIBAGÍ-PR**

**PITANGA**

**2020**

**ANDRÉ GABRIEL COZAR**

**ESTUDO DE CASO – CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E  
RECOMENDAÇÕES DE CORREÇÕES PARA CADA TALHÃO DE  
UMA PROPRIEDADE RURAL EM TIBAGÍ-PR**

Trabalho De Curso (TC) apresentado ao Curso de Engenharia Agrônoma, Área das Ciências Agrárias da Faculdade UCP Faculdade de Ensino Superior do Centro do Paraná, como requisito à obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Professor Orientador: Luiz Fernando Menegazzo Gheller

**PITANGA-PARANÁ**

**2020**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4.1. RECOMENDAÇÕES DE NUTRIENTES .....	17
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	22
6. AGRADECIMENTOS .....	23
7. REFERÊNCIAS .....	23

# CASE STUDY - CHEMICAL CHARACTERIZATION AND RECOMMENDATIONS FOR EACH PLOT OF A RURAL PROPERTY IN TIBAGÍ PR

## UCP COLLEGE

COZAR, André Gabriel.<sup>1</sup>  
GHELLER, Luiz Fernando Menegazzo.<sup>2</sup>

### RESUMO

O presente trabalho foi realizado na propriedade Capivari de Baixo, no município de Tibagi-Pr na qual sua principal fonte de renda vem oriunda da pecuária de cria e recria. Através da identificação das limitações do solo dessa propriedade, esse trabalho objetiva indicar práticas de manejo de adubação e calagem, bem como indicar níveis de investimentos em correção do solo que tornem a rentabilidade desses investimentos viáveis economicamente. Adotando critérios baseados no conceito de adubação de sistemas, adaptando as ações necessárias à realidade da fazenda. Foram coletadas 49 amostras compostas, considerando o tipo de solo, uniformidade da cultura, níveis de degradação, relevo das áreas, histórico de uso da área e tamanho de talhão. Os resultados foram transcritos a uma planilha em formato Excel<sup>R</sup>, e analisadas segundo princípios da estatística descritiva onde se definiu indicadores nos seguintes níveis; muito alto, alto, médio, baixo e muito baixo. Os resultados indicaram que a fertilidade do solo estudado apresentava níveis médios a altos de Potássio (K) (0,13 a 0,45 de K em cmolc/dm<sup>3</sup>), entre baixo e muito baixo para os níveis de Fósforo P (menor que 8mg/dm<sup>3</sup> por Mehlich), pH médio a alto (4,5 a 5,5) e muito baixo a alto para a saturação pelo elemento Alumínio M% (0 a 50). Com objetivo de elevar a fertilidade a níveis altos, a com adubações e calagem chegou-se ao valor de R\$168.073,70 para a correção total do solo. Para tal correção, segundo os valores presentes à época do estudo, correspondente ao custo por hectare (Ha<sup>-1</sup>) em torno de R\$1.163,28, em concordância com o diagnosticado e com a realidade financeira da fazenda. A fim de reduzir custos e adequar os investimentos às possibilidades financeiras da propriedade, a indicação de aplicação dos insumos para correção foi realizada em áreas prioritárias que apresentaram maior potencial de resposta, dando ênfase à adubação nitrogenada.

---

<sup>1</sup> André Gabriel Cozar graduando engenharia agrônoma. E-mail Gabrielcozar23@gmail.com

<sup>1</sup> Luiz Fernando Menegazzo Gheller UCP. E-mail: prof\_luiz.gheller@ucpparana.edu.br

Optou-se por realizar calagem em áreas de campo nativo e com maior teor de alumínio (Al), por apresentar custo inferior e maior potencial de impacto no controle de plantas daninhas e capacidade de suporte da área, além de maximizar a absorção de nutrientes como o P.

**Palavras-chave:** Correção de solo. Adubação de sistema. Elevação da fertilidade.

## ABSTRACT

This study aims to identifying and understand the main limitations of the soil of a property dedicated to the production of livestock in the municipality of Tibagi, State of Parana, and to indicate the fertilization and liming management practices adopting a criteria based on the concept of System Fertilization, adapting the required actions to the reality of the farm. The work was carried out on the property named “*Capivari de Baixo*”, owned by Erlei Cesar Boratto. 49 composite samples were collected, considering the type of soil, crop uniformity, levels of soil degradation, area declination, past land usage and size of the field. The results were transcribed to a spreadsheet in Excel<sup>R</sup> format, and analysed according to the principles of descriptive statistics, where indicators were defined at the following levels; very high, high, medium, low and very low. The results indicated that the fertility of the studied soil had medium to high levels of Potassium K (0.13 to 0.45 K in cmolc/dm<sup>3</sup>), between low and very low for Phosphorus P levels (less than 8mg / dm<sup>3</sup> by Mehlich), medium to high pH (4.5 to 5.5) and very low to high for Aluminum M% element saturation (0 to 50). When preparing the calculations for fertilization and liming to increase fertility to high levels, it was observed that the final value for total soil correction, according to the values present at the time of the study, was R\$ 168,073.70. Corresponding to the cost per hectare (Ha<sup>-1</sup>) around R \$ 1,163.28, in accordance with the diagnosed and the financial reality of the farm. With a view to reducing costs and adapting investments to the financial possibilities of the property, the indication of application of the inputs for correction was carried out in priority areas that presented the greatest potential for response, emphasizing nitrogen fertilization. In addition, it was decided to perform liming in areas of native field and with higher Al content, as it presents a lower cost and greater potential for impact on weed control and the area's support capacity, in addition of maximizing the absorption of nutrients such as the P.

**Keywords:** Soil correction. System fertilization. Increased fertility.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna, busca alinhar a qualidade do desenvolvimento produtivo á soluções sustentáveis, que causam impactos menos danosos ao meio ambiente. Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, FAO, (2018), o manejo adequado do solo é essencial para a

segurança alimentar. A organização enumerou dez ameaças a performance dos solos, a considerar: "erosão, desequilíbrio de nutrientes, perdas de carbono e biodiversidade do solo, acidificação, contaminação, salinização e compactação do solo". Tais ameaças resultam em danos irreversíveis ao meio ambiente, afetando diretamente a produção e desenvolvimento sustentável de todo o sistema.

Dessa forma, o estudo, buscou orientar ações de manejo com base nos resultados de análise de solo e diagnóstico do sistema produtivo, com objetivo de aumentar a produtividade, rentabilidade financeira da fazenda em estudo. Para alcançar o objetivo, foi realizado um estudo a campo desta área, levando o trabalho de consultoria técnica especializada, juntamente com a literatura e o conhecimento científico.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

Devido ao processo de formação, bem como, a origem rochosa, a maioria dos solos brasileiros são classificados como ácidos, contendo substâncias potencialmente tóxicas aos cultivos agrícolas, como o Alumínio (Al) que é tóxico para as plantas. Os solos ácidos podem interferir na disponibilidade de nutrientes para a planta, e, conseqüentemente, limita a produtividade da cultura (ANDRADE, 2012). Quanto ao pH, um ambiente ácido limita o desenvolvimento e a multiplicação dos microrganismos necessários á uma boa ciclagem de nutrientes, associações biológicas e simbiose, que podem tornar o solo pobre ou sem vida (ECHART, CAVALLI-MOLINA, 2001).

Muitas áreas agrícolas do estado do Paraná, principalmente àquelas destinadas à pecuária, apresentam algum estágio de degradação. Nesta perspectiva, faz-se necessário investimentos em correção da acidez do solo, fertilidade e conservação do solo em áreas de pastagens perenes e anuais (MANUAL DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA PARA O ESTADO DO PARANÁ, 2019).

Visando adequar o manejo do solo aos critérios de sustentabilidade deve-se pensar, primeiramente, em boas práticas de conservação do solo e da água, além da correção de acidez e fertilidade do solo, que devem ser bem planejadas,

aplicando o suficiente para suprir a deficiência do solo levando em consideração a extração e manutenção do sistema (MORAES et al., 2017).

A análise química e física do solo, embora não deva ser a única base de recomendação, é um excelente parâmetro para que se tenha um bom entendimento do meio que está sendo trabalhado. A separação dos talhões para as coletas das análises deverão ser feitas levando em consideração vários critérios, tais como: declividade, classificação de solo, relevo, tipo de cultura e histórico da propriedade (EMBRAPA, 2020).

As recomendações de adubação de sistema têm como objetivo principal o efeito residual de nutrientes para a próxima cultura e/ou em culturas perenes, que gera a ciclagem de nutrientes de um ano para o outro, haja vista que cerca de 90% nos nutrientes minerais voltam ao solo pelo meio dos resíduos da biomassa e dos dejetos dos animais em sistema de pastoreio (ASSMANN et al., 2017; RODRIGUES. 2000).

Alguns manuais recomendam aplicação de reposição de nutrientes, como por exemplo, para o potássio, mesmo que este elemento já se apresente em elevada concentração no solo. Para as recomendações de adubação, via de regra consideram-se as quantidades de nutrientes exportadas e quase sempre, desconsideram-se as quantidades de nutrientes recicladas via a decomposição da palhada depositada sobre o solo. Desta forma, na prática, pouco é considerado do conceito de ciclagem e reciclagem de nutrientes para que recomendações de adubação e calagem sejam procedidas de forma mais racional (ASMANN et al 2017, p. 68).

Deste modo, foram considerados os manuais de adubação, somados aos conceitos de adubação de sistemas, recomendando, dessa forma, as necessidades do solo e não pensando apenas em uma cultura em si, mas em todo o ambiente.

De nada adianta corrigir a deficiência nutricional do sistema, se continuar avançando as perdas de solos que pode acarretar na degradação da estruturação do solo, perda de solo, água, nutrientes e MO, com redução da fertilidade física, química e biológica (OLIVEIRA et al. 2012).

O agravamento das perdas de solo por erosão é constantemente potencializado quando se faz uso de subsolagem, gradagem, práticas de revolvimento do solo e sem uso de cobertura ou semeadura direta, tornando-se de 1,5 a 3 vezes mais propensos a degradação que um solo com plantio direto com palhada (SCHICK, J et al., 2000).

O sistema de cultivo mais expressivo e preventivo contra erosão é a semeadura direta, minimizando em até 68% as perdas de solo em relação ao cultivo convencional. Isso se explica pela melhor estruturação do solo e mais acerto na proteção do solo com resíduos culturais (SCHICK, J et al., 2000)

Dessa forma, é importante antes da correção química em áreas degradadas, utilizar práticas de conservação do solo, possibilitando um sistema mais resiliente e sustentável com menor probabilidade de perda de nutrientes (LEITE, MACIEL, ARAÚJO, 2014; DE ARAGÃO, et al., 2011).

O Sistema de Plantio direto (SPD) com mínimo possível de revolvimento do solo e da palhada no cultivo, reflete diretamente em vários benefícios, melhorando a estruturação do perfil, maior resistência a compactação, menor perda de nutrientes por lixiviação e escoamento superficial, maior absorção e armazenamento de água, tende a tolerar mais a estiagem, maior resistência contra erosão entre outros benefícios (MANUAL DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA PARA O ESTADO DO PARANÁ, 2019).

Segundo a sociedade brasileira de ciências do solo (2017), para mensurar o teor de nutrientes do solo que viabilize maior retorno econômico em níveis de produção, utiliza-se o seguinte parâmetro de classificação de análises de solo:

- **Muito baixo:** teor que até 40 % da produção máxima;
- **Baixo:** teor que 40 % a 70% da produção máxima;
- **Médio:** teor que proporciona de 70 % a 90 % da proporção máxima;
- **Alto:** teor que representa de 90 % a 100 % da produção máxima;
- **Muito alto:** teor que possibilita a limitação de produção e;
- **Condição a evitar:** teor que reflete o decréscimo de produção, por toxicidade pelo acesso do nutriente desequilíbrio nutricional e/ou risco de contaminação ambiental.

Nesse sentido, ao alcançar teor de 90%, diz-se que se aproxima ao nível crítico, onde os retornos investidos entram em declínio, inviabilizando o investimento. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO, 2017).

O calcário é um dos mais importantes corretivos, com inúmeras funções benéficas no ambiente, tais como; corrigir a acidez do solo, neutralizar os efeitos tóxicos dos elementos como Al e o manganês (Mn), além de estimular a atividade microbiana, promover a fixação biológica de nitrogênio, aumentar o crescimento e

distribuição das raízes no perfil e melhorar a disponibilidade de alguns nutrientes no solo. No entanto, o calcário é aplicado após a correção de fósforo, tem alta adição de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), que em contato com o P solúvel em solução ocorre uma ligação deixando o P insolúvel e indisponível para planta (PINTO, JUNIOR, TALARICO, 2002).

Em relação a aplicação dos adubos, os formulados não atendem todas as necessidades de adubação, caso seja aplicado para suprir a necessidade do nutriente que está mais escasso, assim a adição dos outros nutrientes será a mais que o necessário, sendo que as fórmulas disponíveis no mercado já vêm prontas, deste modo não podendo dosar os nutrientes separados, elevando o custo comparado com os adubos não formulados (FERRAZ, 2011).

A recomendação dos adubos fosfatados é indicada após a aplicação de calcário, isto porque o fósforo tem menor adsorção quando o pH do solo está próximo a pH 6, a fixação de fósforo e correção com calcário está relacionada com a fixação com os fosfatos de ferro, alumínio, cálcio e magnésio, onde com a adição de calcário eleva o pH e os elementos ficam menos disponíveis (CATANI, PELLEGRINO 1960).

Indica-se aplicar o nutriente P via linha de plantio, devido sua baixa mobilidade no perfil do solo, caso contrário pode ocorrer à saturação da superfície, e na profundidade onde a parte radicular está localizada continua deficiente em P. Quando se aplica o P em cobertura a lanço, está aumentando o contato com o solo, com os óxidos-hidróxidos de Al e Ferro (Fe) e afetando a disponibilidade do nutriente (ASSMANN, 2017; SANTOS, GATIBONI, KAMINSKI, 2008)

Com relação aos outros nutrientes o Nitrogênio (N) é o que mais apresenta resultados rápidos, segundo Correa et al., (2006) observa-se que com a aplicação de 200 kg de N ha<sup>-1</sup>, seria equivalente ao dobro da lotação animal de uma mesma área sem adubo.

Para aplicação de potássio é indicado lanço em cobertura, já em semeadura na linha do plantio não deve ultrapassar 80 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Caso o valor aplicado seja maior que 80 kg ha<sup>-1</sup> deve-se aplicar o restante em cobertura, a fim de diminuir o contato do fertilizante com a semente, diminuindo os riscos de perdas de germinação e vigor da plântula. Isto acontece através da concentração salina no KCL, que compete pela água, com potencial de desidratar a semente (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO, 2017).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na fazenda Capivari de Baixo (proprietário: Erlei Cesar Boratto), localizada no município de Tibagi-Pr, com a sede georreferenciada em 24°40'10.63"S 50°40'52.08"W, indicando altitude 910 metros. As atividades foram iniciadas no mês de agosto de 2020, com o objetivo de conhecer a área e realizar um diagnóstico do relevo, declividade, histórico de uso das áreas, restos culturais, tipo de solo e desenvolvimento das culturas para assim fazer uma separação das glebas necessárias à realização do trabalho.

Segundo Carvalho (2002), a caracterização do solo nesta região estudada se domina cambissolo distróficos, com teores elevados de Al trocável e granulometria mediana. São solos com drenagem moderada, rasos, medianos a profundos, com a textura uniforme ao longo do perfil e relevo ondulado.

Com o diagnóstico de pré amostragem elaborado, foi calculado o número de amostras necessárias para se obter representatividade em cada talhão. Nos 149 ha<sup>-1</sup> foram coletadas 49 amostras com trado holandês totalizando uma média de 1 amostra para cada 3 ha. As áreas de pastagem desta fazenda estão subdivididas em 12 talhões com a média de 4 análises por talhão.

**Quadro 1.** Identificação dos talhões e apontamento das áreas prioritárias

<b>Apelido</b>	<b>Talhão</b>	<b>Prioridade</b>	<b>Hectares</b>	<b>Cultura</b>
<b>Ferreira</b>	1	Sim	31,40	Nativo
<b>Tanquinho brachiaria</b>	2	Sim	12,15	Brachiaria
<b>Tanquinho grade</b>	3	Sim	12,15	Milheto
<b>Sede</b>	4	Sim	6,30	Brachiaria
<b>Milheto</b>	5	Sim	24,20	Milheto
<b>Pensacola</b>	6	Não	9,32	Nativo
<b>Chiquerinho</b>	7	Não	5,30	Brachiaria
<b>Chiqueiro</b>	8	Não	13,00	Brachiaria
<b>Tancão</b>	9	Não	12,50	Brachiaria
<b>Milho</b>	10	Não	4,00	Milho
<b>Tifton</b>	11	Sim	7,70	Tifton
<b>Sede abaixo</b>	12	Sim	11,10	Brachiaria

Fonte: Elaboração própria.

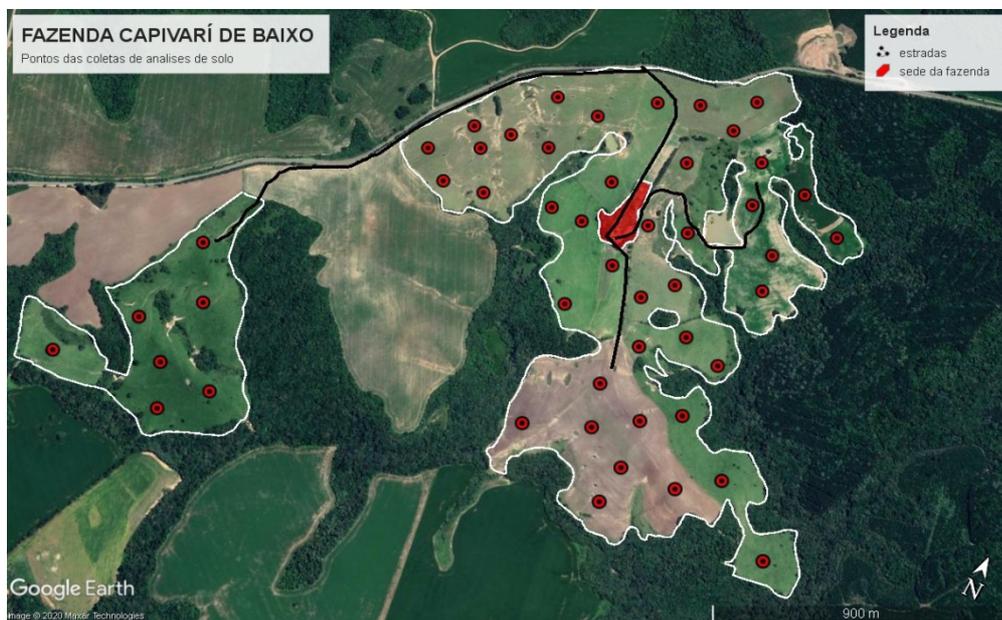
Nota: algumas áreas foram classificadas como prioritárias (quadro 01), baseado nos seguintes critérios: localização próxima a sede, maior potencial produtivo, facilidade do manejo e melhor custo benefício em relação às demais.

As coletas de solo foram realizadas em três padrões de profundidades, das quais: 41 amostras de 0 a 10 cm, 4 amostras de 0 a 20 cm e 4 amostras de 10 a 20 cm. Coletas realizadas em diferentes profundidades possibilitam montar um banco de dados, para um melhor entendimento da fertilidade nos horizontes, bem como a presença de Alem profundidade. Utilizou-se a profundidade de 0 a 10 cm e de 10 a 20 cm análises de rotina e as de 0 a 20 análises completas, observando juntamente com a análise física (areia, silte e argila). A metodologia de amostragem obedeceu ao seguinte protocolo: Coletou-se 8 subamostras aleatórias via caminhamento em ziguezague. Cada ponto de amostragem foi georreferenciado visando diminuir a margem de erro de interpretação e de correção da fertilidade.

O mapa dos pontos de coleta georreferenciados, representados na figura 01, foi elaborado utilizando-se o aplicativo *Google Earth Pro*, pelo qual foram salvos os pontos de localização.

Figura 01

#### Pontos de coleta



Fonte: Elaboração própria com imagens de satélite do Google.

As amostras compostas foram compostas por 8 amostras em lugares aleatórios e em uma área homogênea, as quais foram misturadas, deixando-as sem torrões, separando uma fração com cerca de 500 gramas para serem enviadas para o laboratório, juntamente com o preenchimento da etiqueta de embalagem, que continha: nome e endereço completos da propriedade e proprietário, identificação

completa da gleba de onde foi retirada, dados adicionais da fazenda e matrícula da área. Após a coleta, preenchimento da etiqueta e lacrado o recipiente, foi enviada ao laboratório “Agrotecsolo” Guarapuava - PR, realizadas no dia 29/07/2020. Os resultados das análises foram inseridos e tabulados no software *Microsoft Excel* com o objetivo de análise e interpretação dos dados.

Em relação ao N, este elemento não vem calculado na análise de solo, isto devido sua alta mobilidade no solo e com perdas por lixiviação, erosão e volatilização. A adubação nitrogenada foi calculada de acordo com o potencial produtivo do solo, de modo que cada espécie instalada se baseia em alta produtividade de Matéria Seca (MS). Está sendo calculado em toneladas de MS ha<sup>-1</sup>, sendo as espécies e seus respectivos valores: Brachiaria 13 a 16 toneladas (ton); Tifton 16 a 20 ton; nativo 9 a 11 ton; Milheto 16 a 20 ton; e Milho 13 a 16 ton.

Quanto à necessidade de Calagem (NC) foi elaborada de acordo com a fórmula 01 baseada na saturação por bases (V%), mas também se levou em consideração a saturação por alumínio (M%) que pode ser tóxica em níveis elevados, torna-se necessário a NC para a neutralização deste elemento. Sabendo que a fertilidade foi elaborada com visão do sistema, foi utilizado a V% ideal para a cultura mais exigente, neste trabalho utilizou-se a cultura do milho (*Zeamays*), onde o V% é igual a 70.

Para calcular a adição de calcário ha<sup>-1</sup> utiliza-se a equação 01, que está embasada na Sociedade Brasileira de ciências do solo (2017):

$$NC = (t \text{ ha}^{-1}) = [(V2-V1) \times CTC] / PRNT \quad (01)$$

Onde:

V1: Saturação por bases iniciais do solo;

V2: Saturação por base desejada em função da cultura de interesse;

CTC: capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (em cmolc/dm<sup>3</sup>); e,

PRNT: poder relativo de neutralização total do corretivo (%). Quando não se conhece o valor real do PRNT do calcário, adota-se o valor 100 como base.

Os valores obtidos nos resultados das análises de solo são de diferentes unidades de medidas a serem utilizadas a campo, sendo necessário converte-los para mesma unidade de medida em cada elemento, deste modo pode-se fazer comparações, estimativas dos valores ideais e recomendações para aplicação.

A concentração de K apresentados nas análises de solo em  $\text{cmolc dm}^3$  onde foi transformado para cloreto de potássio (KCL) em  $\text{kg ha}^{-1}$ , assim tendo uma estimativa do nutriente  $\text{ha}^{-1}$ , e desta forma elaborar a recomendação de adição do nutriente para alcançar o nível alto. Para a recomendação de K é importante considerar a saturação de K na CTC, onde é ideal entre 3 a 5%. Nestes quesitos a indicação de K foi para atingir  $0,35 \text{ cmolc/dm}^3$

Já os valores de P no solo, vem representada em  $\text{mg dm}^3$  onde foi transformado para  $\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ , o objetivo é elevar os teores a  $18 \text{ mg dm}^3$  e fornecer uma recomendação do adubo pronto para aplicação, no qual foi utilizado o Super Fosfato Triplo (SPT) que sua concentração de P é próximo a 41%. Foi optado pelo SPT pelo valor levando em conta sua concentração, o qual é mais vantajoso em relação aos outros fertilizantes disponíveis no mercado na região de Tibagi PR.

Deste modo, todos os cálculos se direcionaram em elevar os níveis dos elementos K e P em alto, diferente do Al e M% que a conta é inversa, e o objetivo é abaixar o nível de tais elementos.

Tabela 01.

#### Interpretação para parâmetros químicos do solo para solo de textura media

Classe de interpretação	pH	cmolc/ md <sup>3</sup>		(%)			cmolc/md <sup>3</sup>			mg/ dm <sup>3</sup>
		CaCL	T ou CTC ph7	m	V	MO	Ca	Mg	K trocável	P
<b>Muito baixo</b>	<4,0	<5	<5	<20	<0,7	<0,5	<0,2	<0,06	<4	
<b>Baixo</b>	4,0-4,4	5-7	5-10	21-35	0,7-1,4	0,5-1,0	0,2-0,4	0,06-0,12	4-8	
<b>Médio</b>	4,5-4,9	8-14	11-20	36-50	1,5-2,4	1,1-2,0	0,5-1,0	0,13-0,21	9-12	
<b>Alto</b>	5,0-5,5	15-24	21-50	51-70	2,5-3,4	2,1-6,0	1,1-2,0	0,22-0,45	13-18	
<b>Muito alto</b>	>5,5	>24	>50	>70	>3,4	>6,0	>2	>0,45	>18	
<b>Condição a evitar</b>	>6,0	-	>90	-	-	-	-	-	>90	

Fonte: Adaptado de Sociedade Brasileira de ciências do solo (2017).

Nota: CTC: capacidade de troca de cátions. Ph: acides do solo. M: saturação por Al. V: saturação por base. MO: matéria orgânica. Al: alumínio. Ca: cálcio. Mg: magnésio. K: potássio. P: fósforo.

A tabela citada acima mostra a representatividade de cada valor considerado do menor para o maior (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto). Desta maneira, utilizada para interpretação dos dados oriundos das análises de solo.

Os corretivos e fertilizantes possuem preços variáveis, com preço cotado em dólar o que influencia diretamente no preço praticado no mercado interno de insumos. Dessa forma, os valores citados no trabalho foram cotados na data 01/10/2020 onde o dólar se situava na casa dos 5,69. Os preços dos insumos nesse período foram: Uréia R\$ 1.900,00 ton; SPT R\$ 1.907,00 ton, KCL R\$ 1.712,00 ton e calcário a R\$ 100,00 ton. Para chegar a esses valores, foram analisados a cotação de três lojas agropecuárias da região de Tibagi-Pr, onde os preços mais atrativos foram auferidos.

Os dados foram coletados, tabulados e para melhor apresentação e discussão foi realizada uma análise estatística descritiva.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A atividade econômica predominante na propriedade é a bovinocultura de corte no sistema de cria. A fim de promover o desenvolvido nutricional do sistema, por meio da correção das deficiências do solo para elevar a produção da biomassa, busca-se alavancar o rendimento potencial da propriedade, bem como, seu retorno econômico. Ao se trabalhar com adubação de sistemas, podemos utilizar uma recomendação mais dinâmica, não sendo baseada apenas nos manuais de adubação e calagem, mas baseando-se no sistema de produção como um todo. Ou seja, para maior assertividade em adubação de sistemas, deve-se analisar todo o ambiente a ser corrigida, como característica do solo, do manejo, das culturas e animais envolvidos neste meio (ASSMANN 2017).

Nesse sentido, ao observar o histórico da propriedade pelo Google Earth, via imagens tiradas por satélite (entre os anos 2011 e 2019), é visível que algumas áreas da propriedade apresentam solo desprotegido de palhada e aparentam possuir possíveis marcas de revolvimento devido ao sistema de cultivo convencional (SCC).

As figuras 02 e 03, que representam os talhões 2 e 3 onde estão juntos na mesma imagem, no qual observa um manejo inadequado para os dias atuais.

Figura 02

**Solo desprotegido de palhada**

Fonte: Google Earth

Figura 03

**Marcas de erosão**

Fonte: Google Earth

Nota: Imagens retiradas do software Google Earth Pro em opções de histórico de imagens, para o ano de 2011 e 2018, onde mais se visualiza os indicativos de erosão.

A alteração desse manejo de revolvimento do solo recorrente na propriedade foi assunto da primeira conversa com o produtor e os consultores, onde foi esclarecida a importância do não revolvimento do solo e a prática do sistema de plantio direto (SPD). Com uma conversa breve com os funcionários da fazenda, confirmou-se o manejo de SCC em algumas áreas.

Ao observar o manejo de toda a propriedade, verificaram-se talhões com algum nível de degradação. Cerca de 50% das áreas de pastagens da fazenda estão com erosão hídrica, decorrente de décadas de manejo não adequado ao solo, visivelmente derivado do escoamento superficial figura 04 e em sulcos avançando para voçorocas figura 05.

Figura 04.

**Pouca cobertura. erosão superficial**

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

Figura 05.

**Escoamento em sulcos no solo**

Fonte: elaborado pelo autor (2020)

O processo erosivo do solo é preocupante, pois demora anos para formar a fertilidade deste solo, que pode se perder em algumas chuvas quando o perfil não está protegido e estruturado.

Em relação ao manejo e fertilidade, encontram-se plantas daninhas invasoras em áreas com pastagens implantadas (pasto que não é nativo), a principal praga de difícil controle encontrada na propriedade é oannoni (*Eragrostis plana* Nees). As plantas invasoras tem características peculiares, com fácil adaptação e a maioria, com baixa exigência em nutrientes, crescendo e se adaptando muito melhor que as plantas cultivadas que são altamente exigentes e muito menos tolerantes a solos degradados. Assim em um solo pobre, as invasoras se desenvolvem muito bem, o que sufoca a cultura ou mesmo plantas desejáveis em um campo natural, por exemplo.

As práticas inadequadas no manejo, tais o SCC quanto pelo super pastejo somado a fertilidade abalada, reflete diretamente na produção. Em algumas áreas não são respeitados as alturas de manejo ideais para cada espécie.

Para classificar os elementos em níveis de fertilidade, adotam-se os seguintes parâmetros; muito baixo, baixo, médio, alto, muito alto e condições a evitar, apontando os valores que representam cada condição (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 2017). O quadro 2 ilustra essa classificação.

Quadro 2. Níveis dos elementos analisados

Talhão	pHCaCL	CTC ph7	Al m%	V%	Mo g/dm <sup>3</sup>	Ca	Mg	K	P
1	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Muito alto	Muito baixo
2	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo
3	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Baixo
4	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Muito baixo
5	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo
6	Médio	Médio	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto	Médio	Muito baixo
7	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Médio	Alto	Alto	Médio	Muito baixo
8	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Médio	Alto	Alto	Alto	Muito baixo
9	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Baixo
10	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo
11	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Baixo
12	Alto	Médio	Muito baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio	Baixo

Fonte: Elaboração própria com base na (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO 2017)

O quadro 2 ilustra os níveis químicos dos 12 talhões referentes à fazenda Capivari de Baixo. O solo da propriedade possui textura média, sendo: 29% de argila, 32% de silte e 39% de areia, essa informação é importante para elaboração de um planejamento de adubação de sistemas.

O nutriente P apresenta nível baixo e muito baixo (menor que  $8\text{mg/dm}^3$  por Mehlich), este resultado já era esperado, devido à rocha de origem do solo da região, essa baixa concentração indica a necessidade da adição de fosfato.

O nutriente K está com nível médio a muito alto ( $0,13$  a  $0,45$  de K em  $\text{cmolc/dm}^3$ ), isso se explica pela alta ciclagem de nutrientes no sistema a pasto, onde necessita aplicação de KCL em algumas áreas. Esta aplicação também se justifica para elevação de K na saturação por base. ACTC do solo da fazenda é média em todas as amostras (entre  $8-14\text{cmolc/md}^3$ ), é possível elevar essa concentração com a aplicação de calcário. Conhecer os níveis de concentração destes componentes no solo é importante para elaborar um diagnóstico completo de possíveis correções com vista a alavancar o potencial produtivo a patamares maiores e economicamente viáveis, pois, os níveis da fertilidade refletem diretamente na produção:

#### **4.1.RECOMENDAÇÕES DE NUTRIENTES**

Através da fórmula de soma de bases obteve a seguinte recomendação de calcário, a sugestão da aplicação é em toneladas  $\text{ha}^{-1}$ , com o total de 189 ton na fazenda, uma média de  $1,66\text{ ton ha}^{-1}$ . Na escolha do calcário foi considerado o ponto ideal da relação Ca Mg, a média das análises de solo representa 2,2: 1 onde o ideal é 3:1, desta forma identificou-se a necessidade de calcário calcítico, onde sua concentração de Ca é maior que de Mg, para elevar a relação Ca/Mg próximo ao ideal (MEDEIROS et al. 2008).

Ao elaborar um plano de correção indicam-se formas de fertilizantes prontos para a aplicação. Neste contexto, foram indicados adubos não formulados, que também possibilitam a dosagem do nutriente separado para aplicação onde os elementos Nitrogênio, Fósforo, Potássio são comercializados separados. O que

implicou esta tomada de decisão foi sobre os fertilizantes formulados que com a aplicação do elemento mais escasso torna o valor mais elevado.

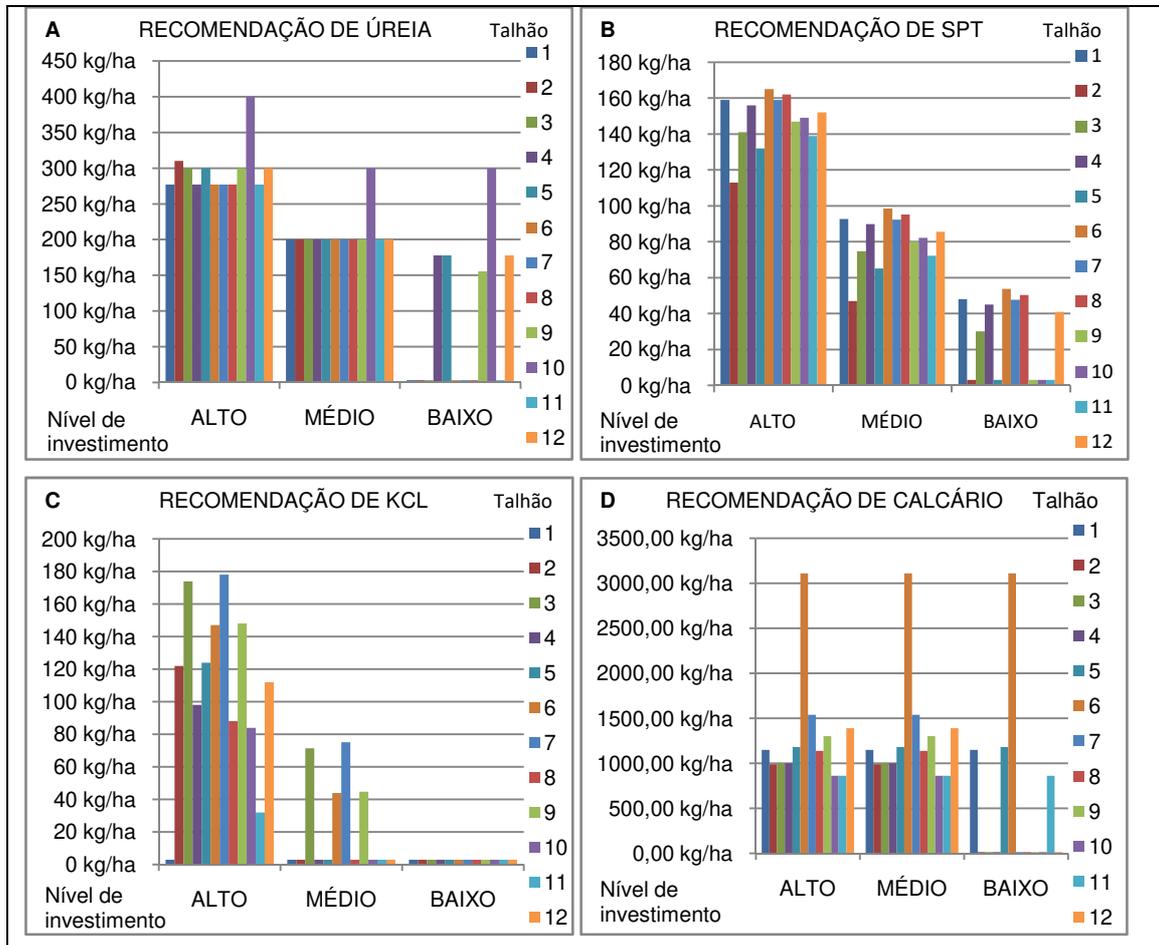
Considerando os teores estimados de  $K_2O$  nas análises, recomendou-se a adição de Cloreto de Potássio (KCL) com objetivo de elevar os valores de P para valores próximos a  $0,350 \text{ cmolc/dm}^3$ . Outro ponto observado para a recomendação foi o potencial produtivo da planta recomendada para cada área, dessa forma, o que se busca é corrigir as deficiências do solo até o ponto que a planta atinja seu maior potencial, para aperfeiçoar os recursos investidos na área.

O P é um dos nutrientes mais limitantes de produção das áreas analisadas. O solo apresenta níveis muito baixo e baixo, e com respectivamente seu valores dos talhões entre 3,19 a 6,18  $\text{mg dm}^3$ . A indicação de adubação fosfatada se propõe alcançar níveis altos de P (18  $\text{mg dm}^3$ ). Em culturas mais exigentes e com maior nível de extração como o milheto (*Pennisetumamericanum*), foi indicada uma aplicação elevada buscando maior produtividade, foi levado em consideração seu potencial, ou seja, níveis estimados de produção da cultura de acordo com o manejo já estalado e os níveis de degradação.

A recomendação de N para as áreas foi elaborada segundo a Sociedade Brasileira de Ciências do Solo (2017). Buscando alcançar um potencial produtivo de médio a alto das pastagens, a metodologia aplicada na elaboração do planejamento da aplicação de N foi feita considerando alguns critérios para projetar seu potencial produtivo, tais como; variedade da cultura, manejo adotado, altura de manejo do pasto, cobertura do solo com a pastagem e níveis de degradação do solo. A aplicação indicada foi de uréia, devido ser fonte de N, com valores comerciais mais em conta e sua fácil aplicação, sendo aplicada a lanço por cobertura, estimada sua perda por volatilização, a indicação é que seja aplicado antes de uma precipitação de 10 a 20 mm.

A figura 06 representa a recomendação em cada talhão, sendo divididas em uréia, SPT, KCL e calcário. Com o elevado valor de correção total, foi elaborado um plano de correção, assim abrangendo possibilidades de investimento em três níveis: alto, médio e baixo.

Figura 06.

**Representação de adição de nutrientes**

Fonte: elaboração própria (2020)

Nota: 6,A) demonstra a proporção a ser aplicado de nitrogênio através de uréia em cada talhão; 6,B) demonstra a proporção a ser aplicado de fósforo através de SPT em cada talhão; 6,C) demonstra a proporção a ser aplicado de potássio através de KCL em cada talhão; 6,D) demonstra a proporção a ser aplicado de calcário em cada talhão.

A sugestão de adubação em diferentes níveis segue os seguintes parâmetros:

1) ALTO: corrige todas as áreas com aumento de produtividade ao seu potencial de 90 a 100%; 2) MÉDIO: abrange todas as áreas com aplicações NPK reduzidas, mas a NC permanece a mesma o potencial de produção próximo de 70 a 90% de MS; e 3) BAIXO: é uma recomendação de nutriente com vista a aumentar a produtividade dessas áreas prioritárias, sem corrigir a deficiência do solo, o potencial produtivo está entre 40 a 70%.

No baixo nível de investimento o foco é a correção com calcário em áreas com M% elevado e/ou com NPK as áreas prioritárias. O critério para a elaboração deste plano de adubação pressupõe a aplicação de calcário e NPK nas áreas

prioritárias, levando em conta a produção desejada, resposta de adubação e a calagem, com a dosagem de fertilizantes inferior aas adequadas para corrigir as deficiências do solo. Dessa maneira, busca-se distribuir os recursos financeiros da melhor maneira possível, quando não se tem disponibilidade financeira para corrigir as áreas totais.

As recomendações para correção do solo geram um valor que interfere diretamente no montante investido. Dado o nível de correção, a tabela 02 ilustra uma projeção de investimento.

Tabela 02.

**Valores apresentados para elevação dos níveis de fertilidade, alto, médio e baixo**

<b>Nível de correção</b>	<b>Calcário</b>	<b>Fósforo SPT</b>	<b>Potássio KCL</b>	<b>Nitrogênio Uréia</b>	<b>Valor total</b>
<b>ALTO</b>	R\$18.885,27	R\$41.826,99	R\$24.563,16	R\$82.798,28	R\$168.073,70
<b>MÉDIO</b>	R\$18.885,27	R\$22.894,80	R\$3.823,38	R\$57.425,60	R\$103.029,05
<b>BAIXO</b>	R\$10.027,32	R\$7.664,42	R\$3.823,38	R\$20.026,00	R\$41.541,12

Fonte: elaboração própria.

Com base nos dados da tabela 02, se observa que, o nutriente que mais eleva o custo de investimento é o nitrogênio, seguido do fósforo e potássio e por fim, o calcário. Apesar de o proprietário estar mais contido na questão de valor investido na propriedade, dados os retornos de ganhos na produtividade advindos de uma correção de solo de qualidade, o indicado, apesar do dispêndio mais elevado, é fazer uma correção mais completa, que garantirá resultados mais efetivos.

No entanto, visto a realidade atual da propriedade esse planejamento de adubação precisa respeitar áreas prioritárias e a totalização da correção somente será possível com um incremento inicial de renda e possibilidade de reinvestimento nas áreas.

Ao apontar o custo projetado para alta correção, Na tabela 03 apresenta-se este valor fragmentado para cada área, assim expõem os resultados individuais por talhão e hectare.

Tabela 03.

**Valor estimado em cada talhão para correção em níveis alto do solo**

<b>Talhão</b>	<b>Hectares</b>	<b>Valor para cada área</b>	<b>Valor ha<sup>-1</sup></b>
<b>1</b>	31,40 ha	29.657,71	0.944,51
<b>2</b>	12,15 ha	13.515,11	1.112,36
<b>3</b>	12,15 ha	15.026,82	1.236,78
<b>4</b>	6,30 ha	6.876,88	1.091,57
<b>5</b>	24,20 ha	27.878,69	1.152,01
<b>6</b>	9,32 ha	13.081,73	1.403,62
<b>7</b>	5,30 ha	6.827,72	1.288,25
<b>8</b>	13,00 ha	14.298,57	1.099,89
<b>9</b>	12,50 ha	15.421,31	1.233,71
<b>10</b>	4,00 ha	5.095,80	1.273,95
<b>11</b>	7,70 ha	7.177,61	0.932,16
<b>12</b>	11,10 ha	13.215,75	1.190,61
<b>Média</b>	12,43 ha	R\$14.006,14	R\$1.163,28

Fonte: Elaboração própria.

Verifica-se que o valor a ser investido para elevar os níveis da fertilidade para o nível alto está na média de R\$1.163,00 ha<sup>-1</sup>. Assim, a indicação para o proprietário da fazenda, é que de acordo com o aumento dos recursos financeiros da propriedade, o caminho a ser seguido é fazer a correção para os níveis de fertilidade alta. Após estas aplicações deve-se continuar o acompanhamento do manejo da fertilidade.

A produção de MS deve acompanhar a demanda, ou seja, o aumento de produção de pasto via incremento de fertilidade e potencial produtivo das áreas, deve andar junto o aumento do rebanho, com planejamento para ter maior assertividade. Esse fato ratifica, portanto, a escolha de áreas prioritárias para maior investimento em correções em um primeiro momento. A medida que o planejamento do aumento do rebanho se concretize e os recursos de investimento aumentem pode-se efetuar a correção total e a maximização produtiva da fazenda como um todo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados expostos chegou-se aos seguintes resultados: Seria inviável uma correção na área inteira com alto nível de fertilidade, pensando em aumentar a produção das forrageiras, de modo que, economicamente a fazenda não está preparada para este investimento, que seria corrigir as deficiências do solo e adquirir mais animais para aumentar o consumo da biomassa. Sendo assim não teria uma demanda por alimentos, para consumir esta oferta de MS potencial, não sendo possível seguir um manejo adequado do pasto (a pastagem passaria do ponto ideal de pastagem e perderia qualidade), assim sendo a estratégia a ser seguida, é escolher as áreas prioritárias para correções da fertilidade de acordo com o aumento do número de animais e conseqüentemente com o aumento da demanda de MS oriunda destas pastagens.

No contexto do momento, a correção total de todas as áreas da propriedade não é uma opção vantajosa, mas observa-se em longo prazo um grande potencial produtivo a ser atingido. Portanto, o investimento recomendado, diluído  $ha^{-1}$  é economicamente sustentável, subindo a propriedade a um novo patamar produtivo.

As indicações de adoção de vários manejos de conservação de solo visam diminuir perdas de nutrientes, aumentando a ciclagem de nutrientes e a resiliência do sistema solo-planta, permitindo a manutenção da fertilidade estrutural, química e biológica do solo (ASSMANN 2017).

A propriedade apresenta problema de erosão, que na maioria dos casos está relacionada ao manejo do solo, das pastagens e do pastejo, mas, onde se observou agravamento do problema foi próximo a rodovia, onde acontece o escoamento da água das chuvas, em direção aos talhões provocando erosão. Dessa forma, seria ideal um planejamento visando a retenção com caixas secas junto com outras tecnologias de redução da erosão, com curva de nível e entre outras técnicas.

Junto a assistência técnica, recomenda-se adotar manejo do solo e do pastejo buscando sustentabilidade, com adoção do SPD, e sistema de pastoreio que respeite a estrutura do pasto, assim não deixando o solo exposto.

Todos os manejos de conservação do solo são importantes, quando adotados juntos, os resultados são somatórios na fertilidade do solo. Temos que ver a conservação do solo como um aliado de produção, pois quanto maior o nível de conservação maior será a sustentabilidade deste sistema.

## 6. AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade da realização do meu sonho, que desde pequeno era cursar agronomia. A minha família por estar junto comigo que sempre me ajudou, me apoiou independente das dificuldades a serem conquistadas.

Sou grato pelo apoio incentivo e norteamento da elaboração do TC em especial a minha tia Suzana Krauchuk e minha namorada Juliana dos Santos.

Meus agradecimentos a empresa CONSIPA e colaboradores em específico Lidiane Fonseca, Rafael Araújo Bonatto e Jean Carlos Mezzalira, pela orientação, dedicação e compreensão ao transmitir os conhecimentos através do estágio, onde a carga de sabedoria gerada será de grande importância para mim tanto na vida profissional quanto na pessoal, isto através da convivência e interações que tivemos com outras regiões, com a realidade totalmente diferente de que a habitual.

Tenho o reconhecimento aos meus amigos e colegas que fizeram presente me proporcionaram esta caminhada até aqui mais curta, agradável e prazerosa. Aos professores, formadores de conhecimento, o meu sincero muito obrigado a todos vocês.

## 7. REFERÊNCIAS

ANDRADE A. P. et al. Atributos químicos de um Cambissolo Húmico após 12 anos sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 814-821, 2012.

ASSMANN T. S. SOARES, André Brugnara; ASSMANN, Alceu Luiz; HUF, Flávia Levinski; LIMA, Rosângela Corrêa de. Adubação de Sistemas em Integração Lavoura-Pecuária. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 1.**; ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 4., 2017, Cascavel.

CARVALHO A. P. et al. **Caracterização dos solos do município de Tibagi, PR.** Embrapa Solos, 2002.

CATANI, R. A.; PELLEGRINO, D. Avaliação da capacidade de fixação de fósforo pelo solo. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 17, p. 19-27, 1960.

CORREA, D. A., SCHEFFER-BASSO, S. M.; FONTANELI, R. S. Efeito da fertilização nitrogenada na produção e composição química de uma pastagem. **Agrociência**, X, p. 17 – 23, jul. 2006.

DE ARAGÃO R. et al. Mapeamento do potencial de erosão laminar na Bacia do Rio Japarutuba, SE, via SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 7, 2011.

ECHART C. L; CAVALLI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismo de tolerância e seu controle genético. **Cienc. Rural**, p. 531-541, 2001.

EMBRAPA. Análise de solo. **Procedimentos para coleta de amostras**. c2020. Disponível em: <https://bit.ly/2Im3hJJ>.

FERRAZ, G. A. E. S. et al. Viabilidade econômica do sistema de adubação diferenciado comparado ao sistema de adubação convencional em lavoura cafeeira: um estudo de caso. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 5, p. 906-915, 2011.

LEITE L.C.F, MACIEL.G.A., ARAÚJO A.S.F.(Ed.) **Agricultura conservacionista no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014.

**Manual de manejo e conservação do solo e da água para o estado do Paraná / Oromar João Bettol... et al. (editores). – 1. Ed. – Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da sociedade Brasileira de Ciências do Solo – NEPAR-SBCS, 2019.**

MEDEIROS J. P. et al. Relação cálcio: magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 4, p. 799-806, 2008.

MORAES A. et al. Avanços técnico-científicos em SIPA no subtropico brasileiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA**, 1.; ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 4., 2017, Cascavel. Palestras: intensificação com sustentabilidade. Pato Branco: UTFPR. 2017. p. 102–124. ISBN - 978-85-99584-10-1. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1082244/1/SIPA.p.102124.pdf>

OLIVEIRA J.G.R. et al. **Erosão no plantio direto: Perda de solo, água e nutrientes**. Boletim de Geografia, v. 30, n. 3, p. 91-98, 2012.

Organização Unidas para alimentação para a Alimentação e agricultura. **Solos saudáveis são essenciais para alcançar o Fome Zero, a paz e a prosperidade.** 2018. Disponível em <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1148864/>

PINTOM. F., JÚNIOR. J. R., TALARICO E. **Benefícios da seqüência de adubações NPK em pastagens de brachiaria brizantha.** 2003.

RODRIGUES C.A.F., **Interação solo-planta-animal e impacto da reciclagem do nitrogênio e do fósforo em pastagem.** Universidade Federal de Viçosa – Centro de ciências agrárias – Departamento de Zootecnia, Viçosa - MG, 2000.

SANTOS D. R., GATIBONI L. P., KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, p. 576-586, 2008.

SCHICK, J. et al. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico alumínio submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: I. Perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 427-436, 2000.

Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. Núcleo Estadual Paraná. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná.** – Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.