

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRICULTURA DE PRECISÃO**

**VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO  
SOLO EM UM GRAMADO DE FUTEBOL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Andervan Amaral**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

**VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO  
EM UM GRAMADO DE FUTEBOL**

**Andervan Amaral**

Dissertação apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Agricultura de Precisão do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura de Precisão.**

**Orientador: Prof. Dr. Antônio Luis Santi**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Amaral, Andervan  
Variabilidade espacial dos atributos do solo em um gramado de futebol / Andervan Amaral.-2014.  
44 p.; 30cm

Orientador: Antônio Luis Santi  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, RS, 2014

1. Agricultura de precisão 2. Copa do mundo 3.  
Estádio I. Santi, Antônio Luis II. Título.

---

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Andervan Amaral. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Linha Mambuca Interior. CEP 98290-000 – Condor, RS, Brasil.

Fone (55) 9145-8830; Endereço eletrônico: ap@agroplan-rs.com.br

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Colégio Politécnico da UFSM  
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM UM  
GRAMADO DE FUTEBOL**

Elaborado por  
**Andervan Amaral**

Como requisito parcial para obtenção do título de  
**Mestre em Agricultura de Precisão.**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Antônio Luis Santi, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Edison Bisognin Cantarelli, Dr. (UFSM)**

---

**Cinei Teresinha Riffel, Dr<sup>a</sup>. (SETREM)**

Santa Maria, 24 de Janeiro de 2014.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao finalizar esta jornada em minha vida, olhando para trás, para os caminhos percorridos, agradeço as pessoas que me acompanharam nesta trajetória rumo à conquista do grau de Mestre em Agricultura de Precisão. Algumas delas estiveram ao meu lado, outras apenas em alguns momentos, mas todas contribuíram significativamente para a minha formação profissional e pessoal.

Aos meus pais Erci Erna do Amaral e Elberto Fidêncio do Amaral, pelos exemplos de vida, simplicidade e grande determinação. Pequenos agricultores que dedicaram toda a sua vida com muito amor e dedicação ao cultivo da terra com sustentabilidade. O meu muito obrigado pela educação que me deram ensinaram a ser um homem digno e trabalhador e por me ensinar a grande paixão de ser agricultor.

A ti, minha esposa Cristiane Andreia Breitenbach Amaral, pela grande amizade que começou na pré-escola que depois de muitos anos quando traçamos caminhos diferentes na graduação, esta grande amizade transformou-se em uma grande paixão. Agradeço por todos os momentos de alegrias e dificuldades que passamos juntos, pelas palavras de incentivo, pelas reflexões, enfim faltarão palavras para manifestar a sua importância em minha vida.

Ao Prof. Dr. Antônio Luis Santi, pelo convívio, orientação, trocas de experiências, pela disponibilidade e pela grande paciência com minha pessoa, por acreditar, talvez mais que mim mesmo em momentos de desânimo e sobrecarga, no meu potencial e na capacidade de concluir este desafio.

Ao meu irmão Anderlei Amaral, pelos cuidados e conselhos que me ajudaram a me tornar a pessoa que sou hoje, pelo apoio, incentivos e cobranças, pela grande amizade e pelo exemplo de profissional comprometido com a honestidade.

Ao sogro Luiz Pedro Breitenbach e minha sogra Nair Breitenbach, a cunhada Fabiane Vanessa Breitenbach e o cunhado Cristiano Luiz Breitenbach, que sempre me deram forças durante esta jornada.

A UFSM pelo convívio em seus lares durante dois anos de minha vida, pela oportunidade do mestrado profissionalizante em Agricultura de Precisão junto ao PPGAP.

A todos os professores do PPGAP pela prestatividade, colaboração e aos ensinamentos que contribuirão para minha formação profissional.

A todos os colegas do curso profissionalizante em Agricultura de Precisão, pelo convívio, pela amizade e solidariedade durante esses dois anos de curso. Em especial aos

colegas Diego Tobias Nadino, Diogo Rafael Bier e Cleber Ervino Bourscheidt, pelas idas e vindas de Santa Maria, pelas risadas, causos de Vista Gaúcha, enfim muito obrigado por suas amizades.

A todos os colegas da empresa Agroplan de Panambi, Alber, Daiane, Marcelli, Rose, Lucas, Léo, seu Ivo e Vanderlei, que fazem parte desta maravilhosa equipe, como também aos outros colegas que fizeram parte desta equipe e hoje seguem outros caminhos, em especial ao Rodrigo Wegner, pelos momentos de alegria, apoio, conselhos que me ajudaram nesta jornada em minha vida.

Aos professores de minha graduação como Engenheiro Agrônomo na UNICRUZ, pois plantaram a semente do saber, de buscar sempre mais conhecimento, em especial a Nelson Neto, José Luiz Tragnago, Roberto Salet e Ana Lucia de Paula Ribeiro; aos colegas desta longa jornada onde nasceram grandes amizades, em especial aos amigos Jader Nereu Bandeira, Tiago Quaini, Lucas Cadore, Leandro Decian Macangnan, Mauro Loose e Samir Fridolino Zilmer.

A Bianca Pinto Della Flora, Geomar Mateus Corassa e a todos que ajudaram no desenvolvimento do experimento que culminou nesta dissertação.

Agradeço, em memória, aos meus avôs Arthur Jacob Reiner e Anilda Reiner pelo exemplo de vida, de trabalho, de lutas e conquistas; a Deus pela oportunidade de poder conviver com eles e de partilhar suas experiências, de ouvir as suas histórias e perceber que a vida não lhes tirou ternura nem a capacidade de sonhar e hoje dedico a vocês a minha conquista, com amor de seu neto.

Agradeço a todos que de alguma maneira fizeram parte desta conquista, meu muito obrigado!

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão  
Universidade Federal de Santa Maria

### VARIABILIDADE ESPACIAL DO SOLO EM UM GRAMADO DE FUTEBOL

AUTOR: ANDERVAN AMARAL  
ORIENTADOR: ANTÔNIO LUIS SANTI  
Santa Maria, 24 de Janeiro de 2014.

Ainda são incipientes os estudos em gramados esportivos usando ferramentas de agricultura de precisão (AP). O objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade espacial de atributos do solo em um gramado de futebol utilizando técnicas de AP, com o intuito de proporcionar melhorias ao gramado. O estudo foi conduzido em um gramado de futebol com dimensões de 100m x 70m pertencente ao Esporte Clube Itapagé no município de Frederico Westphalen (RS). A área foi dividida em um grid amostral de 10 x 7m, totalizando 100 pontos amostrais, onde foram realizadas as coletas de solo, na profundidade de 0,00 - 0,10 m. Os atributos do solo analisados foram: teor de argila, fósforo (P), potássio (K), pH em água e matéria orgânica (MO). Os atributos foram analisados por meio de estatística descritiva obtendo-se as medidas de posição (mínimo, média e máximo) de dispersão (desvio padrão, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose) e verificando-se existência de tendência central (normalidade) dos dados. Os valores de coeficiente de variação (CV) foram classificados como de variabilidade baixa ( $CV < 15\%$ ), média ( $15 < CV < 35\%$ ) e alta ( $CV > 35\%$ ). Para a caracterização espacial, foram gerados mapas temáticos dos atributos do solo (Argila, fósforo, potássio, pH em água e matéria orgânica) sendo, gerados mapas de correção para P e K. Os modelos foram estruturados utilizando-se método de interpolação krigagem, por meio do *software* Surfer 11<sup>®</sup>. A utilização de ferramentas de AP foram úteis para a caracterização dos atributos do solo no gramado de futebol previamente estabelecido. Os teores de argila variaram entre 36 e 61%. P e K apresentaram alta e média variabilidade espacial respectivamente, necessitando de correção em taxa variável enquanto que, o pH do solo e a matéria orgânica apresentaram baixa e média variabilidade espacial, respectivamente. As ações resultantes desta pesquisa podem contribuir para o manejo dos gramados de futebol do Brasil.

**Palavras-chave:** Agricultura de precisão. Copa do mundo. Estádio.

## **ABSTRACT**

Master Dissertation  
Graduate Program in Precision Agriculture  
University of Santa Maria

### **SPATIAL VARIABILITY OF SOIL IN A LAWN OF FOOTBALL**

AUTHOR: ANDERVAN AMARAL  
SUPERVISOR: ANTÔNIO LUIS SANTI  
Santa Maria: January, 24 to 2014.

Are incipient the studies on fields sports using tools to precision agriculture (PA). The aim of this study was to evaluate the spatial variability of soil properties in a pitch football, using PA techniques, in order to provide enhancements to the lawn. The study was conducted on a pitch football with dimensions of 100m x 70m belonging to Itapagé Esporte Clube in the city of Frederico Westphalen (RS). The area was divided into a sampling grid of 10 x 7m, totaling 100 sampling points, where samplings were carried out in depth from 0.00 to 0.10 m. The attributes analyzed were : clay content, phosphorus ( P ), potassium ( K ), pH in water and organic matter (OM ). The attributes were analyzed using descriptive statistics, obtaining the position measurements (minimum, average and maximum) of dispersion (standard deviation, coefficient of variation, coefficient of skewness and kurtosis coefficient) and checking the existence of central tendency data (normality). The values of coefficient of variation (CV) were classified as low ( $CV < 15\%$ ), medium ( $15 < CV < 35\%$ ) and high ( $CV > 35\%$ ) variability. To spatial characterization of the soil properties (clay, phosphorus, potassium, pH and organic matter in water) were generated thematic maps and maps correction for P and K. The models have been structured using kriging interpolation method by means of Surfer 11® software. The use of PA tools was useful for characterization of soil properties on the lawn of previously established football. Clay contents ranged between 36 and 61 %. P and K showed high and medium spatial variability respectively, requiring correction variable rate whereas soil pH and organic matter showed low and medium spatial variability, respectively. The actions resulting from this research can contribute to the management of pitch football in Brazil.

**Keywords:** Precision agriculture. World cup. Stadium.



## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

<b>Tabela 1</b> – Análise estatística descritiva dos atributos químicos do solo em um gramado de futebol. Frederico Westphalen, RS, 2014.....	23
---	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Localização do município de Frederico Westphalen, no Estado do RS. Frederico Westphalen, RS, 2014.....	18
<b>Figura 2</b> – Vista aérea com respectivo contorno do gramado de futebol utilizado pelo União Frederiquense de Futebol. Frederico Westphalen RS, 2014.....	18
<b>Figura 3</b> – Vista do gramado no momento da coleta. Detalhe da variabilidade na coloração da grama. Frederico Westphalen - RS, 2014. ....	19
<b>Figura 4</b> – Detalhe do quadriciclo equipado com sistema de amostragem de solo utilizado para as coletas e do procedimento de coleta sendo realizado (A e B). Frederico Westphalen - RS, 2014.....	20
<b>Figura 5</b> – Detalhe da área com os 100 pontos amostrais e metodologia de amostragem do solo em cada ponto da grade amostral. Frederico Westphalen - RS, 2014.....	21
<b>Figura 6</b> – Variabilidade espacial dos teores de argila no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.....	23
<b>Figura 7</b> – Variabilidade espacial dos teores de Fósforo no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.....	25
<b>Figura 8</b> – Variabilidade espacial dos teores de Potássio no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.....	29
<b>Figura 9</b> – Variabilidade espacial dos teores de pH <sub>(água)</sub> no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.....	31
<b>Figura 10</b> – Variabilidade espacial dos teores de Matéria Orgânica no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014. ....	32
<b>Figura 11</b> – Mapas de aplicação de K <sub>2</sub> O (na forma de KCL) e de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (na forma de SFT) no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014. ....	35

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM UM GRAMADO DE FUTEBOL.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Resumo .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2 Abstract .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3 Introdução .....</b>	<b>15</b>
<b>2.4 Material e Métodos.....</b>	<b>17</b>
<b>2.5 Resultados e discussão.....</b>	<b>22</b>
<b>2.6 Conclusões .....</b>	<b>36</b>
<b>2.7 Referências Bibliográficas .....</b>	<b>37</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Conhecido como paixão nacional, o futebol é um jogo que hoje mobiliza diversas pessoas espalhadas pelo mundo. Ganhando grande destaque no mundo dos esportes, a Copa do Mundo de Futebol é considerada o maior evento esportivo do planeta e em 2014 este evento vai acontecer no Brasil.

Apesar do Brasil ser considerado o país do futebol, o mesmo não surgiu no Brasil. Segundo alguns pesquisadores, no ano III a.C. os chineses praticavam um estranho jogo chamado “tsu-chu”, que na verdade era um treino militar. Após as guerras, formavam equipes para chutar a cabeça decapitadas dos soldados inimigos. Mais tarde os japoneses também se dedicariam a esse jogo macabro com o nome de “ketary”, que mais tarde passou a ser praticado com uma bola feita de fibras de bambu (SILVA, 2005).

Em 1848, numa conferência em Cambridge Inglaterra, estabeleceu-se um único código de regras para o futebol. No ano de 1871 foi criada a figura do goleiro que seria o único que poderia colocar as mãos na bola, em 1875, foi estabelecida a regra do tempo de 90 minutos e em 1891 foi estabelecido o pênalti, para punir a falta dentro da área e em 1907 foi estabelecida a regra do impedimento (SILVA, 2005). O profissionalismo no futebol foi iniciado somente em 1885 e no ano seguinte seria criada, na Inglaterra, a *International Board*, entidade cujo objetivo principal era estabelecer e mudar as regras do futebol quando necessário (HISTÓRIA DO FUTEBOL, 2013).

Segundo Silva et al (2007), o futebol além de ser o esporte mais popular do Brasil, exerce ainda grande influência sobre a sociedade do ponto de vista do entretenimento, sendo uma das principais formas de lazer da população.

Além disso, o mundo do Futebol atualmente contribui significativamente com a economia brasileira, considerando clubes e entidades esportivas, empresas de vestuário, artigos e equipamentos, eventos, alimentação, transporte, hotelaria entre outras, estima-se que a participação do futebol corresponda a 0,8% do PIB do Brasil, num total de 34,8 bilhões de reais, o que praticamente equivale ao PIB do Paraguai, com o advento da copa do mundo, estima-se que a participação do futebol na economia deva crescer entorno de 20% até 2014 (GONÇALVES, 2012).

No entanto, para o bom desempenho de uma partida, é necessário considerar a qualidade do gramado sobre o qual o esporte se desenvolvera (SILVA, 2005). Os gramados

de futebol devem apresentar condições ideais para prática deste esporte, afinal, a presença de gramados desuniformes ou irregulares, pode colocar a saúde dos atletas em risco, além de prejudicar o espetáculo futebolístico. Apesar da importância social e econômica do futebol, no Brasil não contamos com cursos de graduação em agronomia ou especializações, que contemplem disciplinas específicas sobre gramados, sendo raros os experimentos científicos a respeito da implantação, desenvolvimento e manutenção de gramados.

Este fato revela a grande carência de base científica para amparar e orientar os profissionais que desempenham atividades relacionadas à manutenção de gramados em campos de futebol. Em consequência disso, tendem a ocorrer um maior número de lesões, redução no rendimento dos atletas, o que se converte em prejuízos econômicos aos clubes, afinal, ocorre aumento de gastos com atletas lesionados e resultados insatisfatórios em competições esportivas.

Atualmente no Brasil, não há, por exemplo, recomendação específica de fertilizantes para gramados de futebol, tanto para implantação quanto para manutenção, sendo necessário o uso de recomendações empíricas com pouca base científica, devido a poucos trabalhos científicos publicados nesta área (MATEUS & CASTILHO, 2012).

Segundo Mateus & Castilho (2006), Barbosa et al. (1997) e Silva (2008), indiferente da finalidade de uso dos gramados, pouco tem-se buscado em relação a pesquisas nesta área, a qual é pouco reconhecida por entidades de pesquisa no país, o que resulta em escassez de informações técnicas. Esta realidade se difere, no entanto, ao se considerar outros países, como é o caso dos Estados Unidos, onde existem muitas recomendações sobre adubação e manutenção de gramados, devido à influência do esporte denominado “Golfe” que exige um gramado perfeito, o que implicou em investimentos em trabalhos científicos nesta área.

## 2 ARTIGO I

# VARIABILIDADE ESPACIAL DOS ATRIBUTOS DO SOLO EM UM GRAMADO DE FUTEBOL

### 2.1 Resumo

Ainda são incipientes os estudos em gramados esportivos usando ferramentas de agricultura de precisão (AP). O objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade espacial de atributos do solo em um gramado de futebol utilizando técnicas de AP, com o intuito de proporcionar melhorias ao gramado. O estudo foi conduzido em um gramado de futebol com dimensões de 100m x 70m pertencente ao Esporte Clube Itapagé no município de Frederico Westphalen (RS). A área foi dividida em um grid amostral de 10 x 7m, totalizando 100 pontos amostrais, onde foram realizadas as coletas de solo, na profundidade de 0,00 - 0,10 m. Os atributos do solo analisados foram: teor de argila, fósforo (P), potássio (K), pH em água e matéria orgânica (MO). Os atributos foram analisados por meio de estatística descritiva obtendo-se as medidas de posição (mínimo, média e máximo) de dispersão (desvio padrão, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose) e verificando-se existência de tendência central (normalidade) dos dados. Os valores de coeficiente de variação (CV) foram classificados como de variabilidade baixa ( $CV < 15\%$ ), média ( $15 < CV < 35\%$ ) e alta ( $CV > 35\%$ ). Para a caracterização espacial, foram gerados mapas temáticos dos atributos do solo (Argila, fósforo, potássio, pH em água e matéria orgânica) sendo, gerados mapas de correção para P e K. Os modelos foram estruturados utilizando-se método de interpolação krigagem, por meio do *software* Surfer 11<sup>®</sup>. A utilização de ferramentas de AP foram úteis para a caracterização dos atributos do solo no gramado de futebol previamente estabelecido. Os teores de argila variaram entre 36 e 61%. P e K apresentaram alta e média variabilidade espacial respectivamente, necessitando de correção em taxa variável enquanto que, o pH do solo e a matéria orgânica apresentaram baixa e média variabilidade espacial, respectivamente. As ações resultantes desta pesquisa podem contribuir para o manejo dos gramados de futebol do Brasil.

**Palavras-chave:** Agricultura de Precisão. Copa do mundo. Estádio.

## 2.2 Abstract

Are incipient the studies on fields sports using tools to precision agriculture (PA). The aim of this study was to evaluate the spatial variability of soil properties in a pitch football, using PA techniques, in order to provide enhancements to the lawn. The study was conducted on a pitch football with dimensions of 100m x 70m belonging to Itapagé Esporte Clube in the city of Frederico Westphalen (RS). The area was divided into a sampling grid of 10 x 7m, totaling 100 sampling points, where samplings were carried out in depth from 0.00 to 0.10 m. The attributes analyzed were : clay content, phosphorus ( P ), potassium ( K ), pH in water and organic matter (OM ). The attributes were analyzed using descriptive statistics, obtaining the position measurements (minimum, average and maximum) of dispersion (standard deviation, coefficient of variation, coefficient of skewness and kurtosis coefficient) and checking the existence of central tendency data (normality). The values of coefficient of variation (CV) were classified as low ( $CV < 15\%$ ), medium ( $15 < CV < 35\%$ ) and high ( $CV > 35\%$ ) variability. To spatial characterization of the soil properties (clay, phosphorus, potassium, pH and organic matter in water) were generated thematic maps and maps correction for P and K. The models have been structured using kriging interpolation method by means of Surfer 11® software. The use of PA tools was useful for characterization of soil properties on the lawn of previously established football. Clay contents ranged between 36 and 61 %. P and K showed high and medium spatial variability respectively, requiring correction variable rate whereas soil pH and organic matter showed low and medium spatial variability, respectively. The actions resulting from this research can contribute to the management of pitch football in Brazil.

**Keywords:** Precision agriculture. World cup. Stadium.

## 2.3 Introdução

O futebol no Brasil é hoje uma atividade de importância social, cujas consequências ultrapassam as linhas do campo. Tal fato pode ser justificado ao se observar as mudanças no planejamento da vida cotidiana da população em virtude da Copa do Mundo de 2014, com destaque para alterações, inclusive no calendário escolar. Neste sentido, os valores e número de pessoas envolvidas com este esporte chegam à casa dos milhões. Para o Brasil, a realização da Copa do Mundo é um fato social de enorme importância na cultura contemporânea e cujo acesso está estreitamente ligado a seu caráter midiático (GASTALDO, 2009).

A organização da copa do mundo mobiliza muitas áreas, tais como: a construção civil (responsável pelas acomodações dos torcedores com construções de estádios), a mídia (com inúmeras matérias e cobertura total dos acontecimentos), a rede hoteleira (que recebe jogadores e torcedores de diversas nacionalidades), o comércio, transporte, logística, enfim as mais diversas áreas. No entanto, pouco se fala de um fator de extrema importância para o bom andamento de uma partida de futebol, o gramado. Um gramado de qualidade é onde o espetáculo do futebol acontece, é o grande palco onde a bola vai brilhar e os jogadores darão vida ao espetáculo. No entanto, geralmente ele só é lembrado, quando as suas condições impedem ou comprometem o desempenho dos atletas durante as partidas de futebol.

Por mais inacreditável que possa parecer, até o momento, os investimentos na construção de gramados não tem priorizado o uso de tecnologias avançadas como a irrigação, drenagem, variedades de grama adaptadas, manejo químico, iluminação artificial e outros o que proporcionaria melhores condições de jogo, maior durabilidade, além da redução nos custos de manutenção e troca da grama. O principal torneio de futebol do planeta está prestes acontecer no Brasil, e a maioria dos estádios em construção e reforma, baseia-se em tecnologias desenvolvidas em outros países e não adaptadas às condições brasileiras, para o manejo dos gramados (GOMIDE, 2009). Ainda, salienta que o custo para implantação de um bom gramado é de 3 a 5% do custo total para a construção de um estádio de futebol, o que merece cuidados e pesquisas.

A implantação de gramados em campos de futebol, residências, parques, jardins e áreas industriais, normalmente ocorrem em áreas onde foi realizado o serviço de terraplanagem (aterro ou corte), com a remoção de perfil do solo e conseqüente eliminação da camada superficial, a qual concentra grande parte da fertilidade do solo. Deste modo os gramados são expostos a camadas mais profundas, que apresentam baixos teores de nutrientes e estrutura física limitada (GODOY & VILAS BOAS, 2003), contudo, sabe-se que o



desenvolvimento e o crescimento de gramados dependem, dentre outros fatores, do tipo de manejo e principalmente da fertilidade do solo (CARRIBEIRO, 2010).

Neste sentido, cabe salientar que os gramados exigem atenção especial quanto ao manejo da fertilidade do solo para a sua implantação e/ou manutenção, como qualquer outra planta, carecendo assim, de cuidados quanto às recomendações de fertilizantes. Porém, os profissionais ligados as áreas das ciências agrárias, não dispõem atualmente em sua formação técnica, disciplinas que enfoquem o manejo, tratos culturais específicos para gramados, o que aliado à escassez de pesquisas na área, dificulta a recomendação e conseqüentemente o manejo correto dos fertilizantes. Della Flora, (2013) afirma que os estudos em relação ao manejo dos gramados de futebol não têm a atenção que merecem no Brasil, não existindo nenhuma carreira profissional que contemple disciplinas específicas para este tema, seja em cursos de graduação e/ou pós-graduação.

Os cursos de formação de Engenheiros Agrônomos, Ambientais, Florestais dentre outros, são os que mais se aproximam aos métodos de implantação e manutenção de gramados (conhecimento de solos, paisagismo e fisiologia de plantas). No entanto, nenhuma instituição de ensino superior neste país, possui em sua grade curricular disciplinas que ensinem o que fazer, como fazer e quando fazer com relação ao manejo de gramados de futebol. Assim, atualmente profissionais das áreas de ciências agrárias que trabalham em projetos de plantio e manutenção de gramados, contam apenas, com a experiência prática, conhecimentos em áreas semelhantes ou com fontes de pesquisa em sua maioria oriunda de outros países.

Em campos de futebol, o principal objetivo do gramado é permitir uma boa condição de jogo, reduzir o impacto do jogador, além do aspecto visual para os torcedores. Neste sentido, um gramado bem implantado, bem manejado e tratado, além de proporcionar melhor aspecto visual para o jogo, preserva a integridade física dos jogadores (OLIVEIRA 2012).

Deste modo as tecnologias existentes na área da agronomia podem contribuir para a melhoria na qualidade dos gramados de futebol, proporcionando a uniformidade espacial do solo e culminando o desenvolvimento padronizado do gramado. As tecnologias provenientes da agricultura de precisão (AP) podem ser utilizadas na formação e manutenção dos gramados, associadas às técnicas de manejo variável, visando à uniformização das características químicas, físicas e biológicas do solo no campo de futebol.

A precisão das ações realizadas nos gramados esportivos pode ser considerada semelhante a aquela utilizada pela AP nas lavouras comerciais, mas pela delimitação espacial ser menor, a micro variabilidade espacial passa a ser mais importante que a macro

variabilidade espacial. Isso exige que os pontos de análise devam ser alocados mais próximos e as intervenções em taxa variada exige elevada precisão nos processos, com intervenção em pequenas áreas.

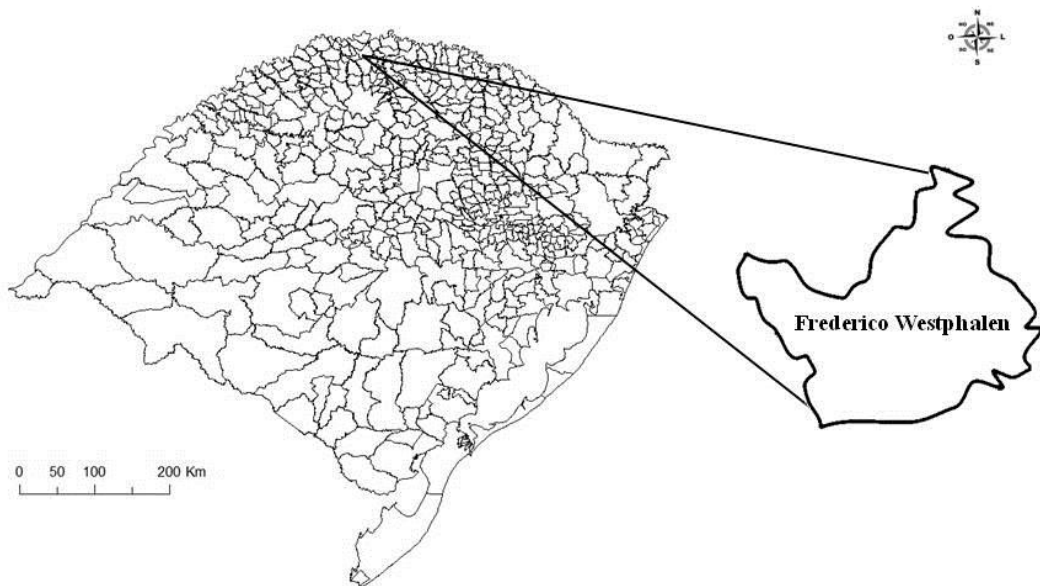
Assim o manejo químico do solo a partir de mapas temáticos de atributos do solo, associados a outras técnicas, podem ser uma importante estratégia para diminuir custos e garantir a qualidade do gramado e conseqüentemente, o maior rendimento dos atletas. Este interesse por modernas técnicas de manutenção de gramados de futebol vem crescendo mundialmente, porém no Brasil ainda são poucas as iniciativas agronômicas em gramados esportivos usando ferramentas de AP.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a variabilidade espacial de atributos do solo em um gramado de futebol utilizando técnicas disponibilizadas pela agricultura de precisão e com o intuito de proporcionar o desenvolvimento uniforme do gramado pré-estabelecido, trazendo melhores condições para pratica do esporte.

## **2.4 Material e métodos**

O estudo foi conduzido em um gramado de futebol situado entre as coordenadas geográficas 27°21'40.87" S de latitude e 53°24'20.10" O de longitude, no município de Frederico Westphalen, região fisiográfica do Alto Uruguai do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). O gramado é pertencente ao Esporte Clube Itapagé e vem sendo utilizado pelo União Frederiquense de Futebol (clube que disputa a segunda divisão do Campeonato Gaúcho). O gramado possui dimensões de 100m de comprimento x 70m de largura (Figura 2), sendo que as dimensões do campo de futebol, no padrão Fifa é 105m x 68m, para os estádios que irão sediar os jogos da copa do mundo e internacionais.

O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico, com altos teores de argila, atingindo mais de 60% (EMBRAPA, 2007). O clima da região segundo a classificação de Koppen é do tipo Cfa – temperado chuvoso, com precipitação média anual elevada, oscilando entre 1.800 e 2.100 mm, distribuída regularmente ao longo do ano. A temperatura média anual gira em torno de 18°C, com temperaturas máximas no verão podendo ultrapassar os 40°C e temperatura mínima no inverno atingindo valores inferiores a 0°C (MORENO, 1961).



**Figura 1** – Localização do município de Frederico Westphalen, no Estado do RS. Frederico Westphalen, RS, 2014.



**Figura 2** – Vista aérea com respectivo contorno do gramado de futebol utilizado pelo União Frederiquense de Futebol. Frederico Westphalen RS, 2014.

O campo de futebol está localizado em uma região agrícola, e está suscetível a ocorrência de pragas, como cigarrinhas (*Deois flavopicta*; *D. schach*; *Zulia entreriana*), corós (*Diloboderus abderus*; *Phyllophaga triticophaga*) e lagartas (*Spodoptera frugiperda*; *Mocis*

*latipes*), que exigem monitoramento e controle adequado, estas pragas podem causar grandes prejuízos ao gramado estabelecido.

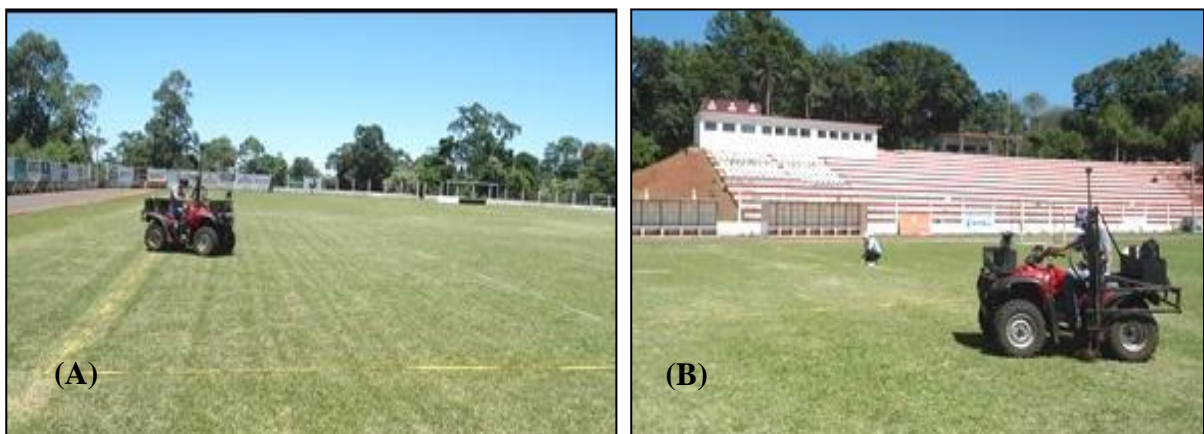
O manejo empregado na área atualmente, não incluiu a aplicações de corretivos e fertilizantes, restringindo-se apenas, a realização de cortes da grama antecedendo os jogos (dados obtidos a partir de relatos de pessoas colaboradoras no manejo do campo). O gramado é composto por varias espécies de grama, sendo elas a Grama Esmeralda (*Zoysia japonica Steud.*), Grama Bermuda (*Cynodon dactylon*), Grama São Carlos (*Axonopus compressus*), Grama Batatais (*Paspalum Notatum*).

Os primeiros campos de futebol tinham a prevalência de gramas nativas da região, em meados da década de 80 vários estádios começaram a trocar os gramados nativos de seus campos pela grama esmeralda (*Zoysia japonica Steud*). Esta variedade de grama foi à precursora de uma série de melhorias nos gramados nacionais, ainda hoje há estádios que mantêm a grama esmeralda (*Zoysia japonica Steud*), como o Mineirão, no final da década de 90, com a disponibilidade comercial das gramas Bermudas híbridas (*Cynodon dactylon* x *C. transvaalensis*). Estas variedades têm como principais características uma maior produção de massa verde; maior capacidade de suporte de pisoteio; maior poder de regeneração; maior seletividade de herbicidas; maior capacidade de suporte de resistência a invasoras e algumas pragas, disponibilidade comercial em todas as versões de plantio (MELO 2010).



**Figura 3** – Vista do gramado no momento da coleta. Detalhe da variabilidade na coloração da grama. Frederico Westphalen - RS, 2014.

A demarcação da área experimental foi obtida por meio de aparelho de GPS de navegação portátil, marca Garmin®, modelo Legend. Para proceder à amostragem georreferenciada de solo, utilizou-se uma malha amostral de 10m x 7m, demarcada manualmente, totalizando assim, 100 pontos amostrais. A coleta das amostras foi procedida com auxílio de um amostrador do tipo rosca sem fim (furadeira) acoplada em um quadriciclo automatizado e acionado por meio de sistema hidráulico (Figura 4). Como vantagens para o uso deste método de amostragem, pode-se citar o alto rendimento operacional, o qual é bastante superior se comparado ao método manual. Isso permite a obtenção de um maior número de amostras em um menor espaço de tempo com elevada qualidade na coleta (BALASTREIRE, 1998), a qual necessita ser preconizada para que se evitem possíveis perdas de solo, principalmente nas camadas superficiais, mais ricas em nutrientes (SALET et al., 1996; ANGHINONI & SALET, 1998; SCHLINDWEIN & ANGHINONI, 1998).



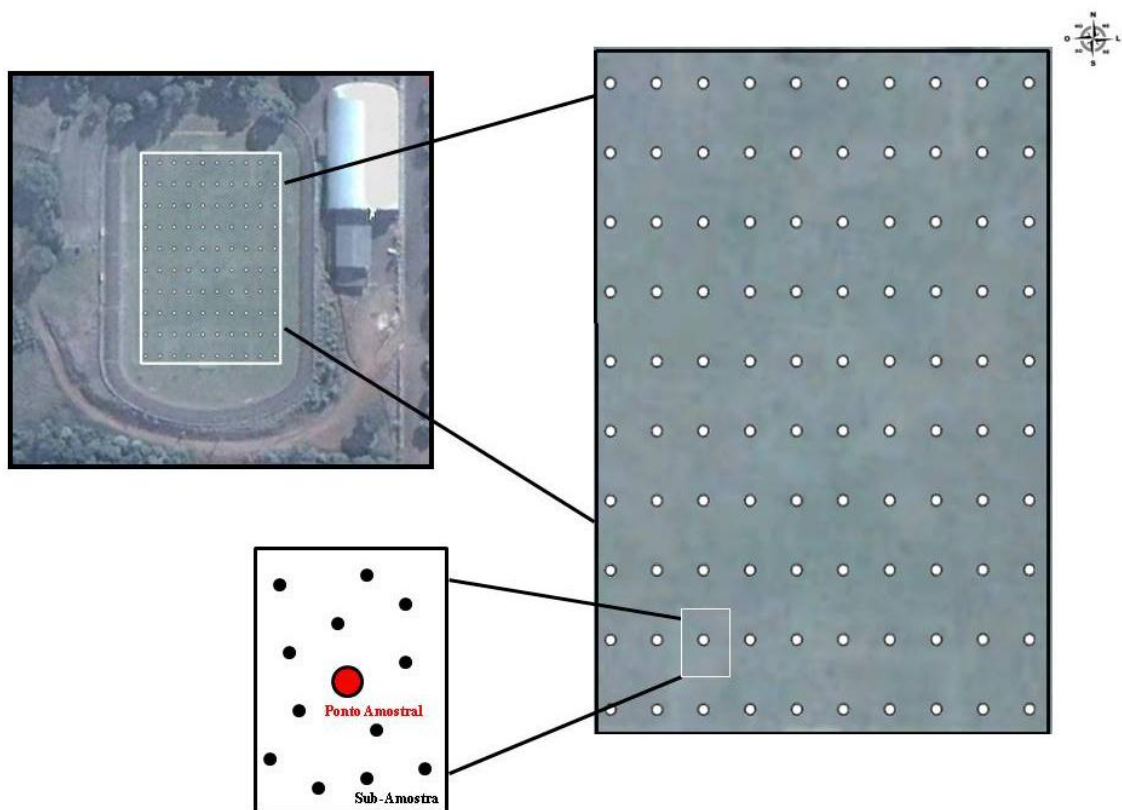
**Figura 4** – Detalhe do quadriciclo equipado com sistema de amostragem de solo utilizado para as coletas e do procedimento de coleta sendo realizado (A e B). Frederico Westphalen - RS, 2014.

Cada amostra foi composta por 12 subamostras, sendo estas coletadas num raio de aproximadamente 5 m do ponto georreferenciado (Figura 5). A profundidade de amostragem foi de 0,10m. Conforme Christians (1998) para os gramados já estabelecidos nos Estado Unidos recomenda-se que as amostras sejam retiradas numa profundidade de 0,07 a 0,15 m. No entanto, Plank (2003) recomenda a retirada das amostras a uma profundidade de 0,10 m. Como no Brasil, ainda não existem parâmetros específicos para a amostragem de solo em gramados de futebol, recomenda-se que as amostras sejam retiradas na profundidade de 0,10 m, profundidade na qual ocorre uma maior concentração de raízes. Além disso, segundo Godoy & Villas Boas (2003) as condições de um gramado de futebol assemelham-se as de

uma pastagem e por isso, a profundidade de 0,10 m tende a ser mais propensa para amostragem de solo em gramados de futebol no Brasil.

Cada amostra coletada, contendo aproximadamente 0,5 Kg de solo foi devidamente identificada e encaminhada ao laboratório de solos da Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Frederico Westphalen, onde foram analisadas. Os atributos do solo analisados foram: Teor de Argila, fósforo (P), potássio (K), pH em água e matéria orgânica (MO), seguindo os procedimentos descritos em Tedesco et al. (1995) e por Gianello et al. (2005).

O teor de argila foi determinado pelo método de densímetro após dispersão com hidróxido de sódio, enquanto que, P e K foram extraídos pelo método Mehlich-1 e determinados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente. O pH em água, foi determinado por meio de potenciômetro na suspensão solo-água, na proporção de 1:1 e a matéria orgânica por oxidação com solução sulfocrômica e determinação por colorimetria.



**Figura 5** – Detalhe da área com os 100 pontos amostrais e metodologia de amostragem do solo em cada ponto da grade amostral. Frederico Westphalen - RS, 2014.

Para cada atributo do solo, objetivando verificar a posição e dispersão dos dados, foi procedida à análise estatística descritiva, com o auxílio do programa computacional *Statistical*

*Analysis System* – SAS 8.0 (SAS INSTITUTE, 1999). Para discussão dos resultados, realizou-se inicialmente a análise exploratória dos conjuntos de dados, obtendo-se as medidas de posição (mínimo, média e máximo) e de dispersão (desvio padrão, coeficiente de variação, coeficiente de assimetria e coeficiente de curtose). Além disso, verificou-se a existência de tendência central (normalidade) dos dados originais por meio do Teste W (SHAPIRO & WILK, 1965). Os valores de coeficiente de variação (CV) foram classificados como de variabilidade baixa ( $CV < 15\%$ ), média ( $15 < CV < 35\%$ ) e alta ( $CV > 35\%$ ) segundo classificação proposta por (COELHO et al., 2003).

Para à caracterização espacial, foram gerados mapas temáticos dos atributos do solo (Argila, fósforo, potássio, pH em água e matéria orgânica) bem como, gerados os mapas de correção (aplicação) para fósforo e potássio. Para a correção dos teores de P, utilizou-se o fertilizante formulado a base de Super Fosfato Triplo (SFT), com 41% de  $P_2O_5$  enquanto que para a correção dos níveis de K, utilizou-se o fertilizante formulado a base Cloreto de Potássio (KCL) com 58% de  $K_2O$ . As aplicações de SFT e KCL foram realizadas manualmente, considerando a taxa média necessárias da quadricula de cada amostra. Os modelos foram estruturados utilizando-se método de interpolação krigagem, por meio do *software* Surfer 11<sup>®</sup>.

## 2.5 Resultados e discussão

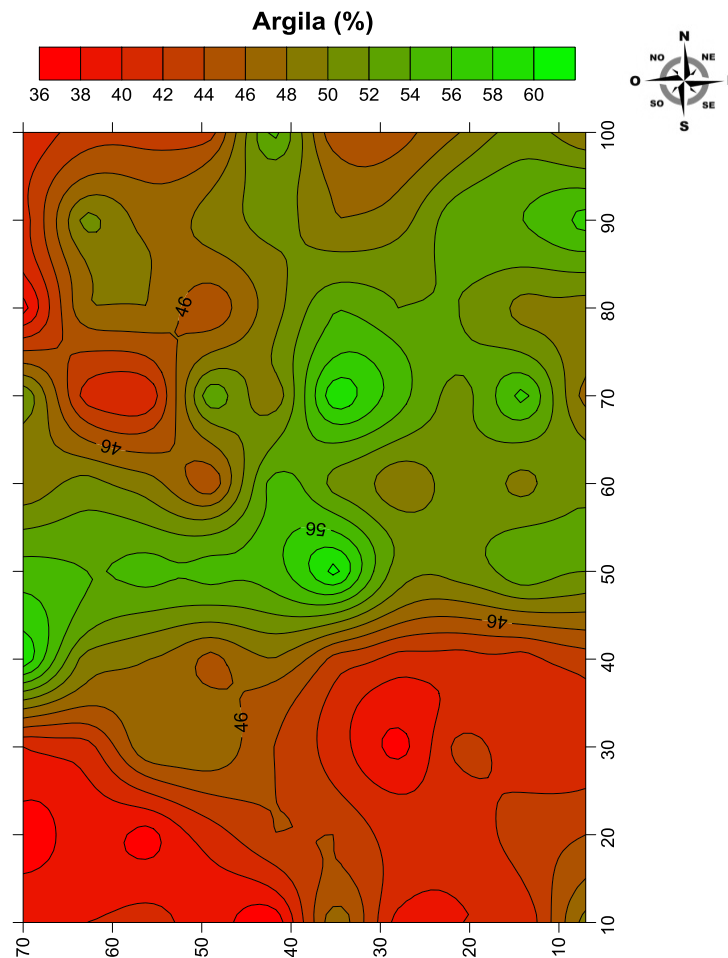
Na tabela 1 é apresentada a análise estatística descritiva dos atributos do solo obtidos após a coleta no gramado de futebol estudado. A distribuição espacial dos teores de argila da área estudada apresentou teores mínimos e máximos de 38 e 60%, respectivamente, com um CV de 12,72% (Tabela 1), o qual foi classificado como de baixa variabilidade (COELHO et al. 2003). O teste de Teste de Shapiro-Wilk revelou que a argila não apresentou distribuição dos dados dentro curva de normalidade (Tabela 1).

Embora o local de estudo esteja situado em uma região de predomínio de Latossolos, cuja textura é bastante argilosa ( $> 60\%$ ), os resultados obtidos podem estar associados ao processo de terraplanagem da área, por ocasião da confecção do campo de futebol e posterior implantação do gramado, o que acarretou na necessidade de cortes de perfil e aterros na área, e acabou influenciando os teores de argila.

**Tabela 1** – Análise estatística descritiva dos atributos químicos do solo em um gramado de futebol. Frederico Westphalen, RS, 2014.

Variável	Mínimo	Média	Máximo	Coeficiente			W <sup>(1)</sup>
				Variação	Assimetria	Curtose	
Argila (%)	38,00	46,93	60,0	12,72	0,18	-0,80	0,96*
Fósforo (mg dm <sup>-3</sup> )	4,96	14,59	36,87	47,67	1,13	0,84	0,90*
Potássio (mg dm <sup>-3</sup> )	130,00	226,00	360,00	31,95	0,42	-0,20	0,98 <sup>ns</sup>
pH (água)	5,48	6,15	6,64	4,62	-0,27	0,89	0,96*
Mat. Orgânica (%)	3,27	4,92	7,30	17,67	-0,04	-0,59	0,97*

<sup>(1)</sup> Teste de Shapiro-Wilk para distribuição normal, onde: (\*) significativo em níveis de  $p \leq 0,05$  e (<sup>ns</sup>) não significativo. Quando for significativo indica que a hipótese para distribuição normal é rejeitada



**Figura 6** – Variabilidade espacial dos teores de argila no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.

Trabalhos considerando a variabilidade horizontal da argila têm demonstrado que este atributo apresenta pequena variação, tanto em condições de manejo tradicional, lavouras ou



jardins (LIBARDI et al., 1986; SOUZA, 1992). Assim, em curto prazo as intervenções realizadas no local, como é o caso da movimentação ou remoção do perfil do solo, são os principais fatores capazes de influenciar este atributo (ALBUQUERQUE et al., 1996; COUTO, 1997), o que corrobora com a situação obtida na área em estudo.

Conjuntamente com essas inversões de perfil, relatos de pessoas envolvidas na manutenção do campo de futebol, dão conta de que ao longo dos anos de condução do gramado foram realizadas correções de micro relevo (buracos no gramado) por meio da adição de areia nestes locais. Esta técnica, também conhecida como *topdressing* é uma cobertura do gramado, por meio da utilização de areia e tem por objetivo nivelar o terreno das pequenas irregularidades que ocorrem por ocasião do plantio (NETO, 2003). Desta forma a *topdressing* possivelmente colaborou para esta grande variação textural e pode futuramente interferir em outros atributos, principalmente aqueles relacionados à estrutura de solo, como: aeração, macro e micro porosidade, resistência à penetração, infiltração e armazenamento de água (DELLA FLORA, 2013).

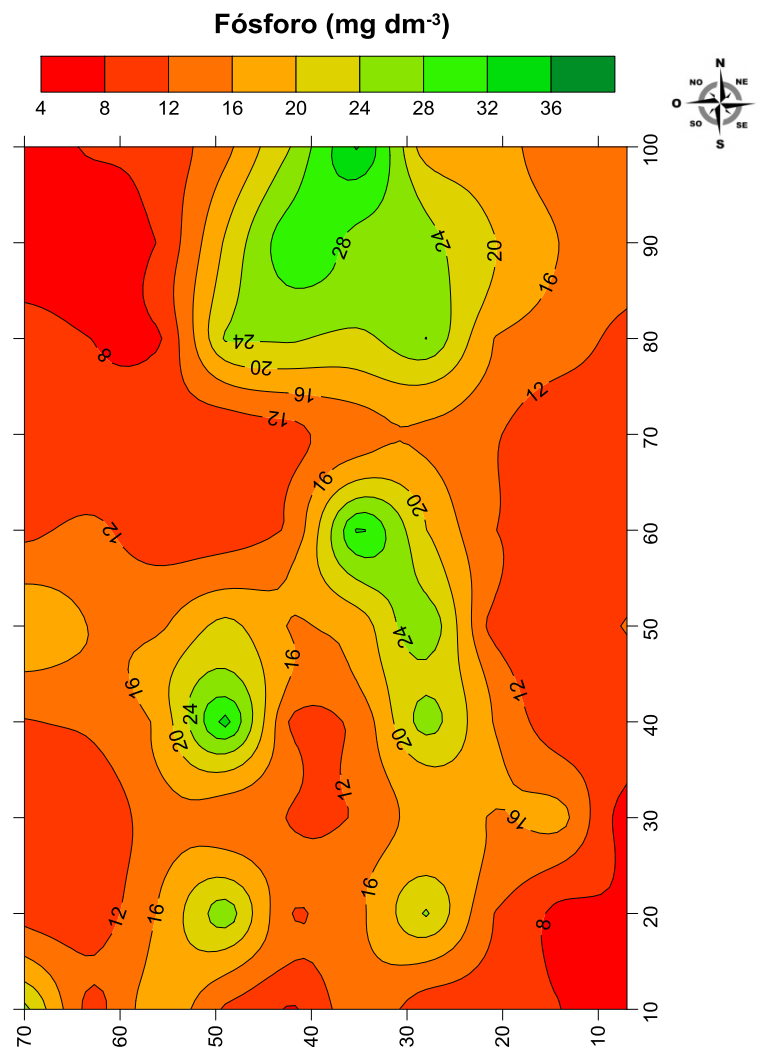
Essa estratégia de manejo adotado para a correção da microvariabilidade do relevo (adição de areia) tem sido comum em campos de futebol e se apresenta como uma solução imediatista para evitar possíveis lesões aos atletas, pois segundo Santana (2011) a maioria das lesões nos jogadores se deve a irregularidades no gramado dos campos de futebol, podendo estar atreladas ao nível do terreno e a variações nos atributos químicos e físicos do solo, os quais interferem diretamente no desenvolvimento do gramado.

A textura tende a influenciar a drenagem de solo e, conseqüentemente, a dinâmica de nutrientes. Assim, solos arenosos, devido à sua baixa capacidade de troca de cátions (CTC) são mais suscetíveis à perda de nutrientes pela lixiviação em comparação a solos argilosos (GODOY & VILLAS BÔAS, 2003). Neste sentido, gramados estabelecidos em solos arenosos tendem a exigir uma maior quantidade de nutrientes, que necessita ser adicionada via fertilizantes e de forma mais frequente (GODOY & VILLAS BÔAS, 2003).

Em áreas de uso esportivo, os atributos físicos do solo também estão sendo constantemente afetados em decorrência do pisoteio, especialmente sobre condições inadequadas de umidade do solo. A excessiva compactação do solo, ocasionada pelo pisoteio, pode limitar a aeração do solo e dificultar o desenvolvimento radicular (GODOY & VILAS BOAS, 2003; UNRUH, 2004), o que tende a reduzir a qualidade e a vida útil dos gramados.

Os teores de fosforo (P) no gramado de futebol estudado evidenciaram grande variação conforme a análise da estatística descritiva dos dados, sendo que, este atributo não apresentou normalidade nos dados com base no Teste de Shapiro-Wilk (Tabela 1). Os teores

apresentaram valores mínimos e máximos  $4,96 \text{ mg dm}^{-3}$  e  $36,87 \text{ mg dm}^{-3}$  respectivamente, com a média situando-se em  $14,59 \text{ mg dm}^{-3}$ . O CV foi classificado segundo a proposta de Coelho et al. (2003), como sendo de alta variabilidade, com valores de 47,67%. Estes resultados também se refletem em lavouras comerciais, conforme descrito por diversos autores (CARVALHO et al., 2002; SILVA et al., 2003; COELHO, 2003; CORÁ et al., 2004; SANTI, 2007; SILVA et al., 2008; AMADO et al., 2009).



**Figura 7** – Variabilidade espacial dos teores de Fósforo no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.

Estes resultados evidenciam a importância da utilização de ferramentas de agricultura de precisão para o manejo de fertilidade em gramados de futebol e da utilização de modelos matemáticos para a caracterização espacial da fertilidade do solo. Ao se considerar apenas os teores médios de P obtidos nos 100 pontos amostrais ( $14,59 \text{ mg dm}^{-3}$ ), os teores são

considerados como altos, para lavouras comerciais cultivadas sob sistema plantio direto por exemplo, segundo a recomendação CQFS - RS/SC (2004), não havendo necessidade de intervenção. No entanto, a amostragem em malha realizada no campo de futebol, evidenciou que existem locais com teores abaixo do nível crítico para este nutriente (considerando sistema plantio direto), havendo a necessidade de correção, bem como, locais com teores acima dos níveis críticos considerados (Figura 7).

Como as recomendações de P em sistema plantio direto pelo método Mehlich-1 são realizadas com base nos na classe textural do solo, é importante considerar que o campo de futebol estudado, apresentou duas classes de textura, sendo a classe 2 de 41% à 60% de argila e a classe 3 de 21 à 40% de argila (CQFS - RS/SC, 2004). Neste caso, as recomendações para correção de P terão diferentes níveis para que sejam considerados adequados. Segundo a CQFS - RS/SC (2004) em condições de lavouras conduzidas sob sistema plantio direto, para a classe textural 2, para serem considerados adequados, os níveis de P devem estar acima de  $9 \text{ mg dm}^{-3}$  enquanto que para classe textural 3 os níveis de P devem estar acima de  $12 \text{ mg dm}^{-3}$ .

No Alabama, EUA, as doses de P recomendadas para as gramas bermuda, esmeralda e santo agostinho variam de 0, 45 e 90  $\text{kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ , para condições de alto (26 – 50  $\text{mg dm}^{-3}$ ), médio (13 – 25  $\text{mg dm}^{-3}$ ) e baixo teores (7 – 12  $\text{mg dm}^{-3}$ ) de P no solo, respectivamente (COLLEGE OF AGRICULTURE, 2003).

No Brasil, ainda não existem tabelas específicas para a recomendação de P em gramados implantados. Por isso, tem sido utilizada como referência uma média das várias tabelas de interpretação que existem nos EUA, embora se saiba que os solos americanos sejam diferentes dos encontrados no Brasil. Segundo estas recomendações, teores acima de  $15 \text{ mg dm}^{-3}$  de P no solo são considerados adequados. Esta recomendação foi usualmente convencionada para as condições brasileiras uma vez que este valor está próximo do utilizado para pastagens (GODOY & VILLAS BÔAS, 2006).

Sabe-se que o P apresenta baixa mobilidade no solo, especialmente naqueles de textura argilosa, como os Latossolos, que recobrem um terço do território brasileiro (SANTI et al., 2013). Nesses solos, ocorre de forma mais intensa o fenômeno de adsorção específica, em que o fósforo fica fortemente retido aos óxidos (ferro e alumínio) e argilominerais presentes no solo, tornando-se indisponível as plantas. Assim, em solos com baixos teores de fósforo disponível, e no caso de semeadura em lavouras comerciais, indica-se concentrar o fertilizante na linha de semeadura, saturando os sítios de adsorção próximos a rizosfera, condicionando assim uma quantidade maior de fósforo prontamente disponível as plantas (SANTI et al., 2013). Neste caso de gramado de futebol, também é importante preconizar pela

aplicação o mais próximo das raízes, para que se reduza a distância de deslocamento por difusão do íon fosfato até o contato com as raízes (SANTOS, 2011). Como vantagem a esta situação, tem-se o fato de que o sistema radicular de gramíneas é bastante denso e ocupa boa parte da superfície do solo (GODOY & VILLAS BÔAS, 2006).

Godoy et al. (2007) estudando cinco doses de  $P_2O_5$  (0, 25, 50, 75 e 100 kg ha<sup>-1</sup>) e diferentes formas de aplicação em áreas de produção de tapetes de grama esmeralda, em um latossolo vermelho Eutrófico com 26% de argila e 16 mg dm<sup>-3</sup> de P, observou que houve ajuste da taxa de cobertura para a formação do tapete em função da dose de  $P_2O_5$  a partir dos 138 dias após a adubação fosfatada, independente do modo de aplicação. Até 82 dias após a adubação não se verificou resposta, sugerindo que a quantidade de P presente inicialmente no solo (16 mg dm<sup>-3</sup>) foi suficiente para promover o crescimento. A partir dos 138 dias, a resposta às doses foi linear, aumentando o recobrimento foliar em 16% com a aplicação de 100 kg ha<sup>-1</sup> de  $P_2O_5$ . Estudos realizados por Hall et al. (1974) e Hylton et al. (1965) indicaram que a aplicação de P aumentou o crescimento da parte aérea e de raízes em gramados estabelecidos.

A grande influência do P para gramados está relacionado com crescimento e desenvolvimento de raízes (CHRISTIANS, 1998), desempenhando importante papel para o afilhamento de gramíneas (WERNER, 1986). Em solos onde existe deficiência deste nutriente, além de haver redução na taxa de crescimento do sistema radicular, podem ocorrer restrições ou deficiências na absorção, assimilação e translocação de nitrogênio (N) e potássio (K) nas plantas (GNIAZDOWSKA et al., 1999) afetando diretamente o desenvolvimento do gramado.

Outro fator que pode agravar o desenvolvimento de gramados estabelecidos em solos de baixa disponibilidade de P é a presença de corós (*Diloboderus abderus*; *Phyllophaga triticophaga*) que alimentam-se das raízes das gramas afetando ainda mais seu desenvolvimento, isso requer monitoramento destas pragas, bem comuns em solos agrícolas.

Com a redução da taxa crescimento radicular do gramado, o mesmo se torna mais suscetível a estresses como estiagem, frio, calor, pragas, pisoteio e doenças. Segundo Werner (1986), os sintomas de deficiência visuais de P são notados na parte aérea, através de uma coloração verde escura sem brilho, com tons roxos na nervura central das folhas mais velhas, seguido de amarelecimento das bordas.

Para o potássio (K), os teores foram considerados elevados, com valores médios de 226,00 mg dm<sup>-3</sup> e variações de 130 a 360 mg dm<sup>-3</sup>, sendo o único atributo que apresentou distribuição dos dados dentro curva de normalidade com base no teste de Shapiro-Wilk

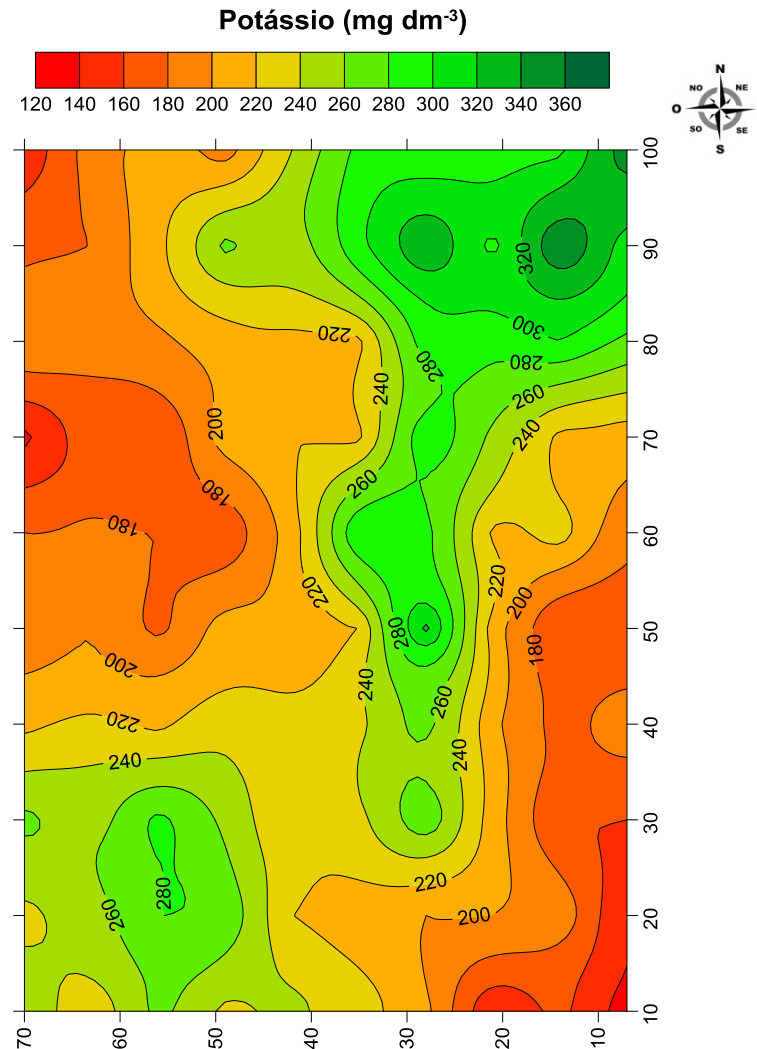
(Tabela 1). O CV apresentou valores de 21,9% (Tabela 1) e foi classificado pela proposta de Coelho et al. (2003), como uma média variabilidade espacial, o que também já foi observado em condições de lavouras comerciais por diversos autores (SOUZA et al., 2008; BIER, 2013; AMADO et al., 2009; BELLÉ, 2009).

O potássio (K) é o segundo nutriente mais extraído em um gramado esportivo, sendo que a quantidade extraída varia dentre outros fatores, da intensidade de uso do gramado. Para um gramado com uso moderado e com uma produção média de 5 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca são extraídos cerca de 45 kg ha<sup>-1</sup> de K (GODOY & VILLAS BÔAS, 2006). Assim, a redução nos níveis de K no solo em gramados de futebol ocorre principalmente pelo corte da grama, seguida da remoção dos resíduos vegetais do local, impedindo o retorno do K para o solo por meio da mineralização (GODOY, 2005). Segundo Godoy & Villas Bôas (2006) os gramados em que as aparas são removidas devem receber uma dose maior de K para que seja suprida a demanda. Segundo estes autores nos gramados em que as aparas não são retiradas, o K por não se encontrar ligado a nenhuma estrutura no interior da planta, pode ser facilmente liberado e retornar ao solo. Portanto os gramados de futebol em que ocorre a remoção das aparas devem receber atenção diferenciada quanto ao manejo do K, justificando assim, trabalhos que envolvam técnicas de AP e que sejam capazes de quantificar a distribuição e a demanda espacial de K.

As duas regiões de menor concentração desse elemento coincidem com as duas regiões de maior acúmulo de água em virtude de irregularidades no microrelevo. Como o K é um nutriente móvel no solo, uma hipótese é de que o houve perda de K por lixiviação, e outra hipótese é que como o gramado não possui sistema de irrigação, e no verão da região é normal ocorrer estiagem, regiões mais úmidas do gramado tem um melhor desenvolvimento vegetativo e conseqüentemente maior exportação de K, já que o manejo da área corte das aparas e remoção da área impede que o potássio retorne ao solo (Figura 8).

O potássio (K) está diretamente relacionado ao controle osmótico das plantas, regulando à abertura e o fechamento de estômatos. Assim gramados com um bom estado nutricional de K podem regular melhor a abertura e fechamento dos estômatos de modo a permitir maior entrada de CO<sub>2</sub> e reduzir as perdas de vapor de água em função da redução na disponibilidade de água nos solo (GODOY & VILLAS BÔAS, 2006). Diferentemente de outros nutrientes como é o caso do P, o K não interfere no crescimento vegetativo da parte aérea e das raízes, estando diretamente relacionado aos mecanismos de estresse da planta. Por este motivo, muitas vezes não são observados efeitos da aplicação de potássio sobre o

crescimento de gramados, embora este nutriente possa aumentar a produção de carboidratos e aumentar a resistência aos patógenos (CHRISTIANS, 1998).



**Figura 8** – Variabilidade espacial dos teores de Potássio no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.

Assim como os benefícios da aplicação de K no solo são difíceis de serem visualizados nos gramados, a sua deficiência visual também é muito difícil de ser observada. Deste modo, a deficiência de K é conhecida como “fome oculta”, ou seja, a deficiência do nutriente prejudica a produtividade sem evidenciar nenhum sintoma visual (CHRISTIANS, 1998).

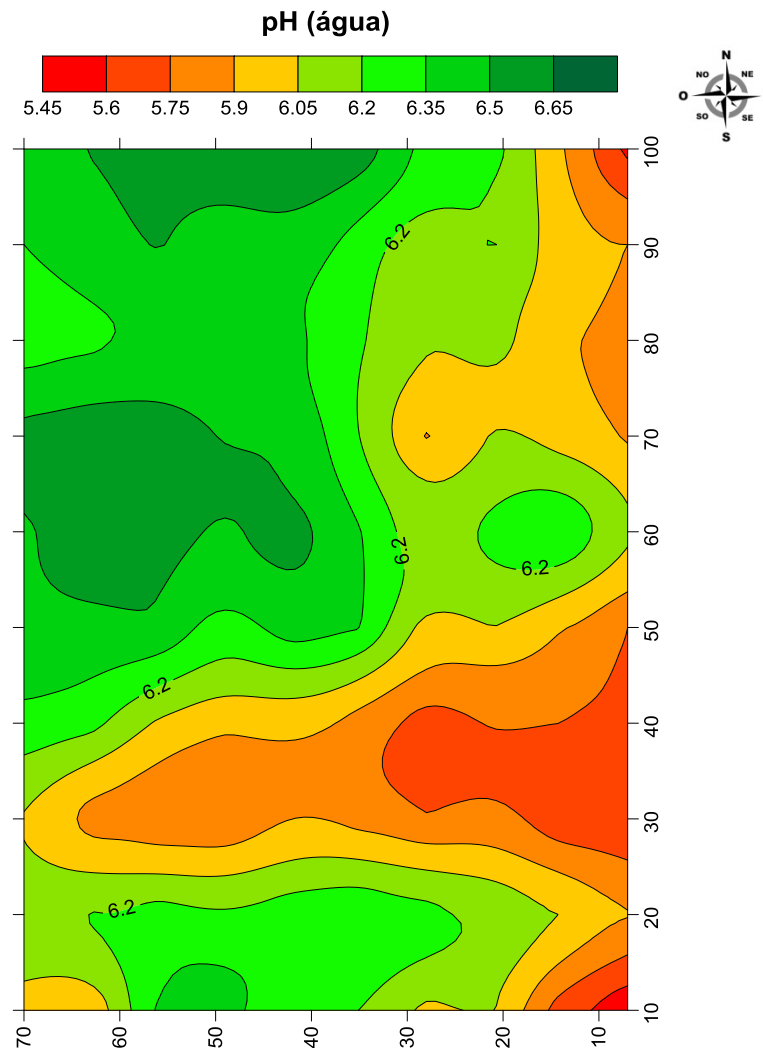
Christians et al. (1979), relataram que foi necessário mais K para maximizar a qualidade da grama Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis* L.) do que para obter o máximo crescimento. Essa melhoria na qualidade pode estar diretamente relacionada ao papel exercido pelo K em relação à composição da membrana celular das plantas e na espessura das paredes

celulares, o que confere maior proteção contra patógenos, aumenta a tolerância à seca, ao excesso de umidade, ao frio, ao calor e ao pisoteio (SANTOS, 2011). Kiesling (1980), objetivando verificar o efeito do K no estado nutricional e na longevidade de rizomas de um gramado com gramada Bermuda (*Cynodon dactylon*) em solo com baixos teores de K, verificaram que a formação e a longevidade de novos rizomas foi diretamente relacionada à aplicação de K, o que conseqüentemente refletiu na durabilidade do gramado.

O pH <sub>água</sub>, o qual é um dos parâmetros utilizados para a recomendação da necessidade de calagem em solos do sul do Brasil, apresentou valores entre 5,48 e 6,64, obtendo uma média de 6,15, não sendo evidenciada normalidade dos dados. Dentre todos os atributos avaliados o pH foi o que apresentou o menor coeficiente de variação (CV 4,62%). É importante considerar que a presença de baixo CV também se deve a escala logarítmica de sua expressão, o que exige cautela para sua na comparação com outras variáveis (COELHO, 2003; CANTARUTTI et al., 2007). Essa é uma característica já citada para condições de lavoura por Cherubin (2013), Silva et al. (2007), Pontelli (2006), Souza et al. (2004), Schlindwein & Anghinoni (1998), Anghinoni & Salet (1998), Couto (1997), Souza (1992), Salet et al. (1996) e Santos & Vasconcellos (1987).

Para a recomendação de calagem em lavouras comerciais no sul do Brasil tem sido considerado como critério o pH, a saturação de bases e os níveis de alumínio trocável no solo. No entanto, ao considerar o pH como fator isolado para gramados de futebol, percebe-se que grande parte da área apresentou valores superiores a 5,5 ficando dentro das necessidades exigidas por várias espécies de gramas utilizadas no Brasil, como: Bermuda (*Cynodon dactylon*) pH ideal de 5,5 – 6,5; Esmeralda (*Zoysia japonica*) pH ideal de 5,5 – 6,5; Santo Agostinho (*Stenotaphrum secundatum*) pH ideal de 6,0 – 7,0; São Carlos (*Axonopus affinis*) pH ideal de 5,0 – 6,0; Batatais (*Paspalum notatum*) pH ideal de 5,0 – 5,5 e Centípede (*Eremochloa ophiuroides*) pH ideal de 4,5 – 5,5 (GODOY & VILLAS BÔAS, 2006).

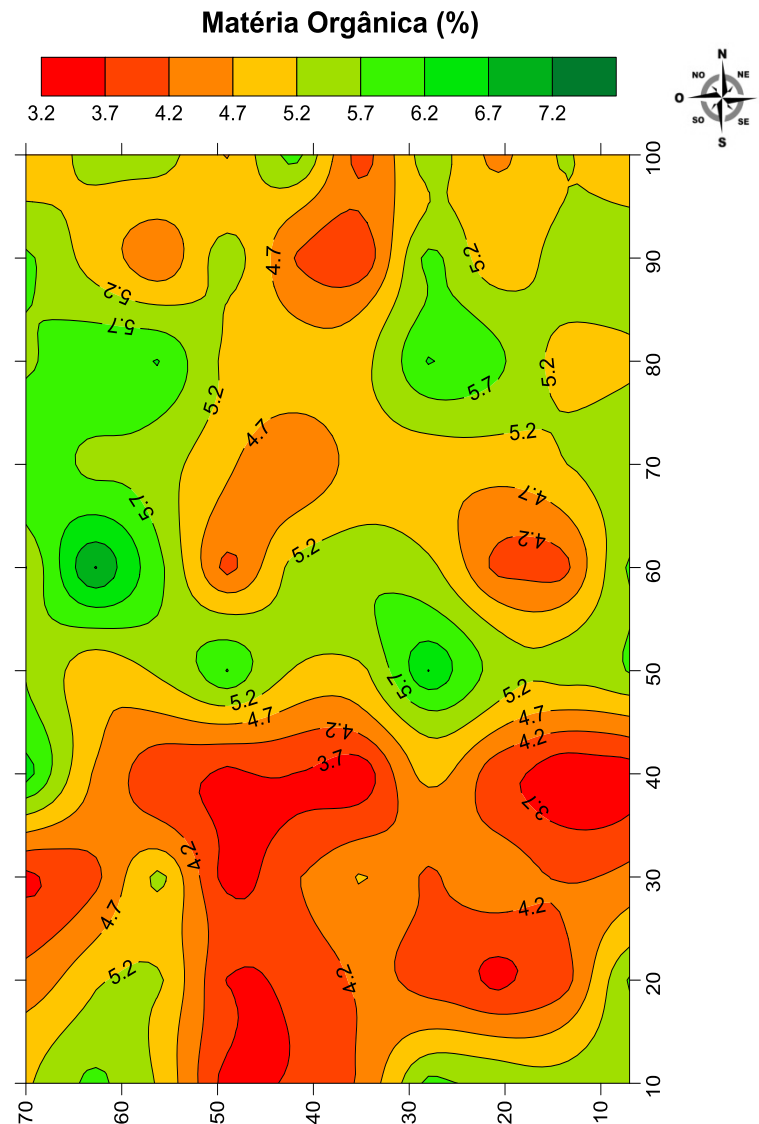
Em gramados de futebol as correções do pH do solo normalmente são feitas na quando da implantação do gramado, época em que o calcário pode ser adicionado em maiores profundidades. Cuidados especiais devem ser tomados, quando da utilização de doses muito elevadas (acima de 2 t ha<sup>-1</sup>), podendo resultar em problemas de deficiência de micronutrientes pela elevação excessiva do pH (GODOY & VILLAS BÔAS, 2006).



**Figura 9** – Variabilidade espacial dos teores de pH (água) no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.

No que se refere aos teores de matéria orgânica (M.O), os valores variaram entre 3,27 e 7,3%, com média de 4,92 (Tabela 1). Segundo o histórico da área, isso pode ter sido favorecido, pelas frequentes aplicações de cama de aves, após a implantação dos gramados e pela terraplanagem (corte e aterro) para a confecção do campo, já que maior parte da M.O do solo esta na camada superficial. Mesmo assim, tal variação nos teores conduz para com a necessidade de se repensar as aplicações no sentido de primar pela taxa variada desses insumos no sentido de equalizar as variações (3,29 a 7,30%), existentes na área.





**Figura 10** – Variabilidade espacial dos teores de Matéria Orgânica no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.

A matéria orgânica não apresentou distribuição normal dos dados com base no teste de Shapiro-Wilk, enquanto que o CV obtido foi considerado como de média variabilidade (17,67%) pela proposta de Coelho et al. (2003). A matéria orgânica tem papel fundamental na fertilidade das áreas agrícolas bem como em solos de gramados esportivos, pois influencia diretamente os atributos biológicos, físicos e químicos do solo (LAL, 2004). Segundo Rodrigues et al. (2011) a matéria orgânica é capaz de influenciar uma série de processos do solo, dentre eles o aumento da CTC, da atividade biológica do solo, da estabilidade de agregados e resistência do solo a compactação, sendo considerada portanto, um indicador de qualidade do solo. No geral, as espécies de gramas utilizadas em campos de futebol, são sensíveis e responsivas em zonas de maiores concentrações de material orgânico, afinal a

matéria orgânica é a principal fonte de nitrogênio no solo, os qual é o nutriente mais extraído pelos gramados, cerca de  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  (GODOY & VILLAS BÔAS, 2006).

Mateus & Castilho (2003) estudando desenvolvimento da grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.), com diferentes adubações (orgânica e química), concluíram que, após um ano de condução do experimento o gramado que recebeu adubação orgânica obteve maior umidade do solo na profundidade 0,0 a 0,1m em relação aos demais tratamentos.

Entre os vários efeitos benéficos da matéria orgânica em solos cultivados, destaca-se a estimulação da microbiota do solo, condicionamento físico, biológico e químico, controle térmico e melhor retenção de água (CONCEIÇÃO et al., 2005). As influências mais evidentes da matéria orgânica em relação às condições físicas do solo são: estabilização da temperatura do solo, favorecendo as plantas, aumento da capacidade de retenção de água no solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes, principalmente em regiões com riscos de veranicos (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Para Ramos et al. (2010), a matéria orgânica exerce importante papel em solos tropicais e sub tropicais, nesses solos ela interage com óxidos de alumínio e ferro resultando na redução dos sítios de fixação do P, assim, tendo menor fixação do P pelos óxidos de Fe e Al e portanto, maior aproveitamento pela planta do P oriundo da adubação fosfatada.

Com a verificação da variabilidade espacial, foram então propostas correções para os para os teores de P e K no campo de futebol (Figura 11).

Para o P a recomendação foi gerada com o objetivo de elevar os níveis de P no solo a  $15 \text{ mg dm}^{-3}$ , teor que tem sido convencionado (a partir de recomendações americanas) como adequado para as condições brasileiras por estar próximo dos níveis utilizado para o cultivo de pastagens (GODOY & VILLAS BÔAS, 2006). Para determinação das quantidades a serem aplicadas adotou-se as metodologias descritas por Santi (2007) e Cubilla (2005), em que para elevar 1mg de P no solo é necessária a aplicação de 15 kg de  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Para as correções de P, procedeu-se a aplicação utilizando-se fertilizante mineral a base superfosfato triplo (SFT), com 41% de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

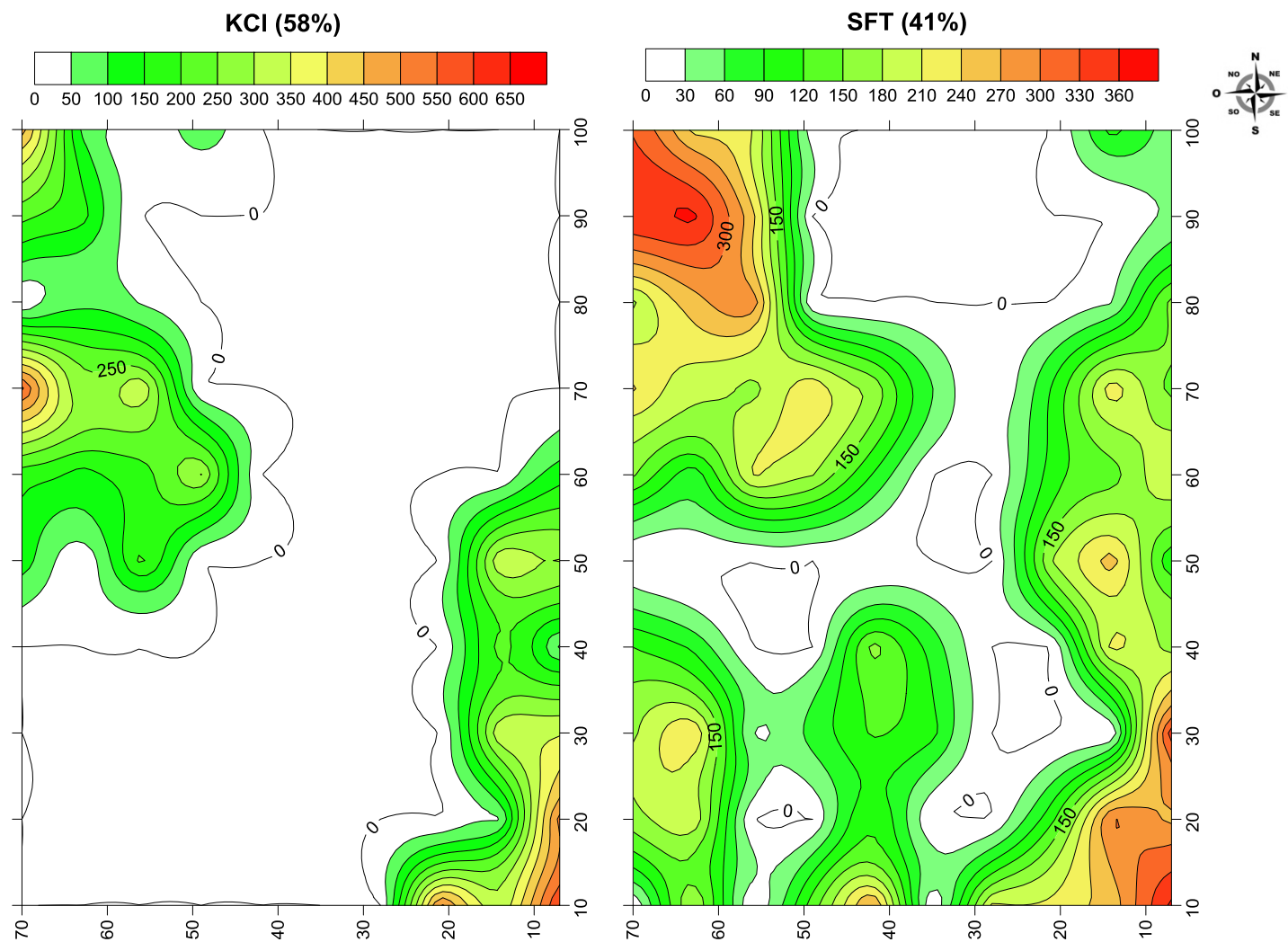
Para o K a correção foi estipulada com o objetivo de elevar os níveis a  $200 \text{ mg dm}^{-3}$ . Para tal utilizou-se as metodologias propostas por Wendling (2005) e Santi (2007), onde para elevar 1mg de K no solo são necessários à aplicação de 5 kg de  $\text{K}_2\text{O}$ . O fertilizante mineral utilizado foi à base de cloreto de potássio (KCL), com 58% de  $\text{K}_2\text{O}$ .

Albuquerque (2009) recomenda que, caso o solo necessite de correção de P, deve-se preconizar pelo uso de fertilizantes fosfatados que apresentem alta solubilidade em água, como o superfosfato simples e o superfosfato triplo, enquanto que para a correção de K é

aconselhável à aplicação de cloreto de potássio, o qual também apresenta alta solubilidade em água, ótima relação custo benefício e grande disponibilidade no mercado.

Ao considerar os níveis estabelecidos pela CQFS - RS/SC (2004), para a correção de P e K no solo em lavouras cultivadas, verifica-se as quantidades estão acima dos níveis considerados ideais. De modo geral, o nível crítico de P para o campo de futebol estudado é de  $9 \text{ mg dm}^{-3}$  (em função da maior parte da área apresentar teores de argila entre 41 e 60%) enquanto que o nível crítico de K é de  $90 \text{ mg dm}^{-3}$ . No entanto, como não existem recomendações exclusivas para gramados no Brasil, em especial na região sul, o ideal é elevar os nutrientes do solo a níveis muito altos ou próximos disso, assim como tem sido feito por empresas, cooperativas e profissionais que trabalham com a AP em lavouras comerciais no estado do Rio Grande do Sul. Como justificativa, tem-se os resultados obtidos pelos produtores nestes locais, sendo que lavouras que receberam metas de correção dos nutrientes a níveis elevados, tem se mostrado mais produtivas e, portanto, mais sustentáveis em longo prazo. Outra justificativa proposta por Camara (2006) é de que campos esportivos que recebem intensa utilização necessitam que os níveis de nutrientes do solo sejam mantidos sempre no ápice, para que a grama tenha máxima condição de se recuperar do pisoteio excessivo.

Segundo Godoy & Villas Bôas, (2003) a aplicação de doses elevadas carecem de alguns cuidados. Conforme os autores, em alguns campos de futebol são aplicadas doses muito altas de K, para se aumentar a resistência dos gramados ao estresse. No entanto, doses muito altas de K, que podem danificar os gramados, devido à alta quantidade de sais solúveis presentes. Por isso, as aplicações devem ser realizadas com boas condições de umidade no solo e em épocas de frequentes chuvas. Xavier (2003) recomenda que a adubação para manutenção do gramado deva ser feita na primavera quando as temperaturas e a luminosidade aumentam e decorrem chuvas frequentes, fatores que culminam com o pico de crescimento do gramado.



**Figura 11** – Mapas de aplicação de  $K_2O$  (na forma de KCl) e de  $P_2O_5$  (na forma de SFT) no gramado de futebol estudado. Frederico Westphalen, RS, 2014.

Ao se realizar este estudo, em uma área considerada pequena (0,7 ha), com intenso detalhamento e com grande variabilidade de doses de fertilizantes, constatou-se que não existem equipamentos de aplicação em taxa variável que consigam aplicar os fertilizantes nestas condições. Por isso, a única forma de aplicá-los foi manualmente, através da determinação da área amostrada (quadrícula), que possui 70 m<sup>2</sup> e de cálculos simples através de uma planilha de Excel, onde foi determinadas as doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O para cada ponto amostral. A dose foi calculada em kg ha<sup>-1</sup> e posteriormente convertida nas fontes para SFT e KCL respectivamente.

Segundo Camara (2006), de nada adianta ter a melhor recomendação de adubação, baseada em de análise de solo, ter os melhores adubos e corretivos se não conseguir aplicá-los de forma correta e segura ao gramado, sendo que, a aplicação de fertilizantes de forma incorreta pode danificar o gramado.

O estudo foi conduzido até as intervenções químicas, sugere-se a continuidade do trabalho para verificação dos resultados.

## 2.6 Conclusões

Após a realização deste estudo, pode-se concluir que:

- Os teores de argila variaram entre 38 e 60% no gramado de futebol estudado;
- Os atributos químicos P e K apresentaram alta e média variabilidade espacial respectivamente, necessitando de correção em taxa variável;
- O pH do solo revelou baixa variabilidade espacial não necessitando de correção;
- A matéria orgânica apresentou média variabilidade espacial e como não existem parâmetros para recomendação neste quesito, nada foi aplicado;

A utilização das ferramentas de agricultura de precisão foram de extrema importância para a caracterização dos atributos do solo em um gramado de futebol previamente estabelecido. As ações resultantes desta pesquisa foram realizadas visando às condições ideais para a prática de futebol neste gramado, preservando a integridade física dos atletas, contribuindo com os conhecimentos das ciências agrárias nesta preparação que o Brasil está realizando para sediar a Copa do Mundo de 2014.

## 2.7 Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, J. A.; REINERT, D. J.; FIORIN, J. E. Variabilidade do solo e planta em podzólico vermelho-amarelo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 151-157, 1996.

ALBUQUERQUE, B. C. Estudo da viabilidade técnica do cultivo de gramas Esmeralda (*Zoysia japônica*) na região de Formosa GO. **Boletim Técnico das Faculdades Integradas Departamento de Agronomia**, Planaltina, DF, 24p. 2009.

AMADO, T. J. C.; PES, L. Z.; LEMAINSKI, C. L.; SCHENATO, R. B. Atributos químicos e físicos de latossolos e sua relação com os rendimentos de milho e feijão irrigados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 33, n. 04, p. 831-843, 2009.

ANGHINONI, I.; SALET, R. L. Amostragem do solo e as recomendações de adubação e calagem no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N. J. (Ed.). **Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**. Lages: Núcleo Regional Sul/SBCS, 1998. p. 27-52.

BALASTREIRE, L. A.; ELIAS, I. A.; AMARAL, J. R. Agricultura de Precisão: Mapeamento da Produtividade. **Engenharia Rural**, ESALQ/USP, 1998.

BARBOSA, J. G.; BARBOSA, L. S.; LOPES, L. C.; GROSSI, J. A. S. Plantio de gramados de *Paspalum notatum* Flügge "batatais": tipos de mudas e doses de fertilizantes. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 3, n. 2, p. 50-54, 1997.

BELLÉ, G. L. **Agricultura de precisão: manejo da fertilidade com aplicação a taxa variada de fertilizantes e sua relação com a produtividade de culturas**. 2009. 140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009.

BIER, D. R. **Variabilidade espacial do tifton 85 em função dos atributos químicos e físicos do solo**. 2013. 44p. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

CAMARA, F. Adubação em gramados esportivos. **III SIGRA – Simpósio Sobre Gramados**. Unesp – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu SP, 21 - 23 de março de 2006. Disponível em <<http://infograma.com.br/Sigra%20III/aduba%20esportivos.pdf>> Acesso em 03/01/2014.

CANTARUTTI, R. B.; BARROS, N. F.; MARTINEZ, H. E. P.; NOVAIS, R. F. Avaliação da fertilidade e recomendação de fertilizantes. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 769-850, 2007.

CARRIBEIRO, L. S. **Potencial de água no solo e níveis de compactação para o cultivo de grama esmeralda**. 94p. 2010. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Botucatu, 2010.

CARVALHO, J. R. P.; SILVEIRA, P. M.; VIEIRA, S. R.; Geoestatística na determinação da variabilidade espacial de características químicas do solo sob diferentes preparos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 37:1151-1159, 2002.

CHERUBIN, M. R. **Eficiência de malhas amostrais utilizadas na caracterização de atributos químicos em Latossolos manejados com agricultura de precisão**. 2013. 99p. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) - Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, 2013.

CHRISTIANS, N. E. **Fundamental of turfgrass management**, Chelsea, MI: **Arbor Press**, 1998, 301p.

CHRISTIANS, N. E.; MARTIN, D. P.; WILKINSON, J. F. Nitrogen, phosphorus and potassium effects on quality and growth of Kentucky bluegrass and creeping bentgrass. **Agronomy Journal**, 1979, 71:564-567.

COELHO, A. M. Agricultura de Precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. **Tópicos em Ciência do Solo**. 3: 259-290, 2003.

COELHO, A. M. Agricultura de precisão: Manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e das culturas. In: CURI, R. F.; MARQUES, J. J.; GUILHERME, L. R. G.; LIMA, J. M.; LOPES, A. S.; ALVAREZ, V. V. H. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 3, p. 259-290, 2003.

COLLEGE OF AGRICULTURE. **Soil test fertilizer recommendations for Alabama crops**. Auburn University, 2003. 13p. Disponível em: <[www.ag.auburn.edu/dept/ay/](http://www.ag.auburn.edu/dept/ay/)> Acesso em: 17/12/2013.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo** - Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 777-788, 2005.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G. Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 28:1013-1021, 2004.

COUTO, E. G. **Variabilidade espacial de propriedades do solo influenciado agricultura em escala regional e local no sul do estado do Mato Grosso**. Porto Alegre, 1997. 183f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

CUBILLA, A. M. M. **Calibração visando recomendação de fertilização fosfatada para as principais culturas de grãos sob sistema plantio direto no Paraguai**. 2005. 160p. Dissertação de Mestrado em Ciências do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

DELLA FLORA, B. P. **Tecnologia de precisão em gramado de futebol**. 35p. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen-RS, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 306p, 2007.

GASTALDO, É. “O país do futebol” mediatizado: mídia e Copa do Mundo no Brasil. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 11, n. 22, jul./dez. 2009, p. 352-369.

GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. & SCOLMEISTER, D. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS/Departamento de Solos, 2005 (Boletim Técnico, 5).

GNIASZDOWSKA, 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.

GODOY, L. J. G. **Adubação nitrogenada para produção de tapetes de grama Santo Agostinho e Esmeralda**. 2005. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de Paulista, Botucatu, 2005.



GODOY, L. J. G.; BACKES, C.; ARIGONI, P.; VILLAS BÔAS, R. L.; LIMA, C. P. Doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado na nutrição e produção de tapetes de grama esmeralda. **Revista Scientia Agraria Paranaensis**, Cascavel-PR, v. 6 p. 77-89, 2007.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de Gramados. **I SIGRA – Simpósio Sobre Gramados – “Produção, Implantação e Manutenção”**. Unesp – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu SP, 29 e 30 de agosto de 2003. Disponível em: <<http://infograma.com.br/Sigra%20I/NUTRI%C7%C3O%20E%20ADUBA%C7%C3O%20P%20ARA%20GRAMADOS.pdf>>. Acesso em: 21 de Dezembro de 2013.

GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Calagem e adubação para produção de tapetes de grama. **III SIGRA – Simpósio Sobre Gramados**. Unesp – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu SP, 21 - 23 de março de 2006. Disponível em: <<http://infograma.com.br/Sigra%20III/aduba%20%20produ%E7%E3o.pdf>>. Acesso em: 31 de Dezembro de 2013.

GOMIDE, R. (2009) **Tecnologias de construção de campos de futebol padrão Copa**. Disponível em: <<http://www.universidadedofutebol.com.br/2009/11/2,12383,Tecnologias+de+construcao+de+campos+de+futebol+padrao+copa.aspxhttp>>, Acesso em 28/12/2013.

GONÇALVES, E. **O tamanho do esporte brasileiro**. 2012, Disponível em: <<http://globoesporte.globo.com/platb/olharcronicoesportivo/2012/09/19/o-tamanho-do-esporte-brasileiro/>>. Acesso em 09/01/2014.

HALL, J. R.; MILLER, R. W. Effect of phosphorus season and method of sampling on foliar analysis of Kentucky Bluegrass. In: INTERNATIONAL TURFGRASS RES. CONF., 2, 1973, **Proceedings...** E. C. Roberts, ed. American Society of America, Madison, WI, 1974, p. 155-171.

HISTÓRIA DO FUTEBOL. 2013. Disponível em: <<http://www.suapesquisa.com/futebol/>> Acesso em 28/12/2013.

HYLTON, L. O.; ULRICH, A.; CORNELIUS, D. R.; OKHI, K. Phosphorus nutrition of Italian ryegrass relative to growth, moisture content, and mineral constituents. **Agronomy Journal**, v. 57, p. 505-508, 1965.

KIESLING, T. C. Bermudagrass rhizome initiation and longevity under differing potassium nutritional levels. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*.1980, 11: 629-635.

LAL, R. Soil Carbon Sequestration Impacts on Global. **Science**, v. 304, p. 1623, 2004.

LIBARDI, P. L.; PREVEDELLO, C. L.; PAULETTO, E. A. et al. Variabilidade espacial da umidade, textura e densidade de partículas ao longo de uma transeção. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 85-90, 1986.

MATEUS, C. M. D.; CASTILHO, R. M. M. Adubação de manutenção em grama-esmeralda. **Tecnologia. & Ciências. Agropecuaria**. João Pessoa, v. 6, n. 2, p. 11-16, jun. 2012. Disponível em: <[http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca\\_v6\\_n2\\_jun/tca6203.pdf](http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v6_n2_jun/tca6203.pdf)> Acesso em 27 de Dezembro 2013.

MATEUS, C. M. D’.; CASTILHO, R. M. M. Influências das adubações orgânica e química no desenvolvimento da grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.), em um Argissolo Vermelho no Noroeste Paulista. In: **Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**, 14, 2003, Lavras. Resumos... Lavras: UFLA, 2003.

MATEUS, C. M. D’.; CASTILHO, R. M. M. Calagem e Adubação para Gramados Ornamentais. In: **III SIGRA – Simpósio sobre Gramados, Atualidades & Perspectivas – FCA – UNESP – Botucatu – SP**; 2006.

MELLO, A. Principais variedades de grama para campos de futebol. Disponível em: <http://www.portal2014.org.br/noticias/1934/PRINCIPAIS+VARIEDADES+DE+GRAMA+P+ARA+CAMPOS+DE+FUTEBOL.html>. Acesso em 18/01/2014.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia, 1961. 46 p.

NETO, P. A. A. Nutrição de Gramados. **I SIGRA – Simpósio Sobre Gramados – “Produção, Implantação e Manutenção”**. Unesp – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu SP, 29 e 30 de agosto de 2003. Disponível em: <<http://infograma.com.br/Sigra%20/IMPLANTA%C7%C3O%20EMANEJO%20DE%20GRAMADOS%20ESPORTIVOS.pdf>> Acesso em: 04/01/2014.

OLIVEIRA, M. R. **Aplicação de escória de aciaria e calcário no solo e desenvolvimento do primeiro ciclo da grama bermuda**. 2012 p.76 – Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho” Faculdade De Ciências Agrônômicas Campus De Botucatu, 2012. Disponível em: <<http://infograma.com.br/textos/bermuda%20calagem%20e%20Si.pdf>> Acesso em: 24 de Dezembro de 2013.

PLANK, C. O. **Soil analysis: an important tool in turf production**. University of Georgia, College of Agriculture and Environmental Sciences, 2003. Disponível em: <<http://www.cropsoil.uga.edu/~oplank/soilanalysisiturf/index.html>> (acesso em 15/12/2013).

PONTELLI, C. B. **Caracterização da variabilidade espacial das características químicas do solo e da produtividade das culturas utilizando as ferramentas de agricultura de precisão.** 112p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; RODRIGUES, C. R.; SILVA, C. A. Efeito residual das aplicações de fontes de fósforo em gramíneas forrageiras sobre o cultivo sucessivo da soja em vasos. **Bragantia**, v. 69, p. 149-155, 2010.

RODRIGUES, C. A. G.; GREGO, C. R.; VALLADARES, C. S.; TORRESAN, F. E.; QUARTAROLI, C. F. Fertilidade do solo de pastagens com Brachiaria sob diferentes níveis de degradação em Guararapes (SP). In **Anais eletrônico: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do solo.** Uberlândia – MG, 2011.

SALET, L. R.; KRAY, C. H.; FORNARI, T. G. et al. Variabilidade horizontal e amostragem de solo no sistema de plantio direto. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, 1996, Lages. **Resumos Expandidos.** Lages: NRS/SBCS, 1996a. p. 74-76, 1996.

SANTANA, T. M. **Revisão bibliográfica sobre a prevalência de lesões no futebol de campo masculino.** 2011. 48p. Trabalho de conclusão de curso Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte (MG). Disponível em: <<http://www.eeffto.ufmg.br/biblioteca/1909.pdf>> Acesso em 20/12/2013.

SANTOS, H. L.; VASCONCELLOS, C. A. Determinação do número de amostras de solo para análise química em diferentes condições de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 11, p. 97-100, 1987.

SANTOS, J. C. E. F. **Adubação nitrogenada e calagem na produção de gramas Esmeralda e Bermuda.** 2011. 110p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

SANTI, A. L. **Relações entre indicadores de qualidade do solo e a produtividade das culturas em áreas com agricultura de precisão.** 2007. 175p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

SANTI, A. L.; CORASSA, G. M.; CHERUBIN, M. R.; CASTRO, D. M.; BISOGNIN, M. B. Adubação de base a lanço em pré-semeadura: Tendência na Agricultura de Precisão. **Campo & Negócios**, n. 128, p. 46-49, 2013.

SAS INSTITUTE –**Statistical Analysis System**, SAS/STAT User’s Guide 8,0, North Caroline, NC: SAS Institute Inc. 1999.

SCHLINDWEIN, J. A.; ANGHINONI, I. Variabilidade dos índices de fertilidade do solo no sistema plantio direto e coleta de amostras representativas. In: REUNIÃO SUL BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO - MANEJO SUSTENTÁVEL DO SOLO, 2., 1998, Santa Maria. **Resumos Expandidos**. Santa Maria: NRS/SBCS, 1998. p. 142-145.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality: complete samples. **Biometrika**, v. 52, p. 591-611, 1965.

SILVA, D. A.; ALMEIDA, R. E.; SILVA O. D. T.; LIMA V. E.; **A incidência de lesões no futebol profissional do Brasil**. Universidade do Vale do Paraíba/Faculdade de Educação – Curso Educação Física. São José dos Campos 2007. Disponível em: <[HTTP: www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2007/trabalhos/saude/inic/INICG00098\\_01C.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2007/trabalhos/saude/inic/INICG00098_01C.pdf)> Acesso em: 31 de Dezembro de 2013.

SILVA, F. M.; SOUZA, Z. M.; FIGUEIREDO, C. A. P.; VIEIRA, L. H. S.; OLIVEIRA, E. Variabilidade espacial de atributos químicos e produtividade da cultura do café em duas safras agrícolas. **Ciência Agrotécnica**. Lavras, v. 32, n. 1, p. 231-241, jan./fev., 2008.

SILVA, F. M. et al. Variabilidade espacial de atributos químicos e da produtividade na cultura do café. **Ciência Rural**, n. 37, p. 401-407, 2007.

SILVA, M. K. S. **Morfofisiologia de gramas ornamentais e esportivas: aspectos anatômicos, morfológicos e de manejo**. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) - Passo Fundo – RS, Universidade de Passo Fundo - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, UPF, 109p. 2008.

SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; STORCK, L.; FEIJÓ, S. Variabilidade espacial das características químicas do solo e produtividade de milho em um Argissolo Vermelho - Amarelo distrófico arênico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:1013- 1020, 2003.

SILVA, S. B. da. **Resumo da história do futebol**. Outubro de 2005. Disponível em: <[http://www.campeoesdofutebol.com.br/hist\\_futebol.html](http://www.campeoesdofutebol.com.br/hist_futebol.html)> Acesso em: 19 de Dezembro de 2013.

SOUZA, L. S. **Variabilidade espacial do solo em sistemas de manejo**. Porto Alegre, 1992. 162f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1992.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.; MOREIRA, L. F. Variabilidade espacial do pH, Ca, Mg e V% do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 6, p. 1763-1771, 2004.

SOUZA, G. S.; LIMA, J. S. S.; SILVA, S. A.; Variabilidade espacial do fósforo, potássio e da necessidade de calagem numa área sob pastagem. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 3, p. 384-391, jul./set., 2008.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: **Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia da UFRGS**, 1995. 147p. (Boletim Técnico, n. 5).

WENDLING, A. **Recomendação de nitrogênio e potássio para trigo, milho e soja sob sistema plantio direto no Paraguai**. 2005. 160p. Dissertação de Mestrado em Ciências do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

WERNER, J. C. **Adubação de pastagens**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (IZ. Boletim Técnico, 18).

UNRUH, J. B. Biologia de gramas de clima quente. In: 2º Simpósio sobre Gramas, 2004, Botucatu. Manejo das gramas na produção e em gramas formados. **Anais...** Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agronômicas, Departamento de Recursos Naturais, Disponível em: <<http://infograma.com.br/Sigra%20II/biologia%20de%20gramas.pdf>> acesso em 02/01/2014.

XAVIER, F. **Manutenção de gramados**. Disponível em: <<http://www.jornaldosindicobsb.com.br/jornal196/pag16.asp>> Acesso em: 10/01/2014.