

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

Leonice Raquel Vidal

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO EM ÁREAS DO
CULTIVO DO FUMO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Santa Maria, RS

2016

Leonice Raquel Vidal

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO EM ÁREAS DO
CULTIVO DO FUMO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Orientadora: Prof. Dr^a. Claire Delfini Viana Cardoso

Santa Maria, RS
2016

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

Vidal, Leonice Raquel

Aplicação de técnicas de agricultura de precisão em áreas do cultivo do fumo na agricultura familiar /

Leonice Raquel Vidal.- 2016.

104 p.; 30 cm

Orientadora: Claire Delfini Viana Cardoso

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, RS, 2016

1. Fumicultura 2. Agricultura de Precisão 3. Agricultura Familiar 4. Taxa Variável 5. Produtividade Agrícola I. Cardoso, Claire Delfini Viana II. Título.

© 2016

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

E-mail: leonicevidal@gmail.com

Leonice Raquel Vidal

**APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO EM ÁREAS DO
CULTIVO DO FUMO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Aprovado em 01 de Setembro de 2016:

Claire Delfini Viana Cardoso, Dr^a. (UFSM)
(Presidente/Orientadora)

Alessandro Carvalho Miola, Dr. (UFSM)

Ana Caroline Paim Benedetti, Dr^a. (UFSM)

Santa Maria, RS
2016

DEDICATÓRIA

A minha família e aos
agricultores familiares.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por tudo aquilo que até agora conquistei em minha vida e que ainda pretendo conquistar.

A minha querida e amada família, pelo imenso amor e carinho, especialmente aos meus pais Neuza e Leoni que sempre demonstram orgulho e alegria pelas minhas realizações, me ensinando a ser sincera persistente e proporcionando toda a educação e ensinamentos que me fizeram chegar até aqui.

Aos meus irmãos Lisane, Fábio, Alessandra, Cibele e Camila. Em especial a minha irmã Lisane que sempre me acompanhou e ajudou em todos os momentos e incentivos nos meus estudos e a Camila por sempre me ajudar em campo.

Ao Vinícius pela ajuda, por sempre estar ao meu lado, pelo apoio, compreensão e partilha todos os dias. Obrigada pelo amor incondicional, pelo respeito ao meu trabalho e a motivação permanente que move a minha vida. E também não poderia esquecer, pela sua família que se tornou minha família também.

A minha orientadora Claire Cardoso, por tudo que aprendi e pode ter certeza que foi de muito valia. Quero agradecer toda sua atenção, incentivo, disponibilidade e acima de tudo pela amizade. Só tenho a dizer: Muito obrigada.

Aos amigos Evandro e Leonice Schio pelo apoio e ajuda constante no decorrer desse trabalho.

A empresa Drakkar Solos por me disponibilizar liberdade de tempo para a realização do mestrado e aos colegas da empresa pelo apoio e suporte nos momentos que estive ausente no decorrer do curso.

A Universidade Federal de Santa Maria, pela oportunidade de cursar o Mestrado Profissionalizante em Agricultura de Precisão.

A Coordenação e docentes do PPGAP que foram fundamentais na construção do conhecimento e formação profissional.

A todos que de uma maneira e outra, fizeram parte desta minha trajetória.

RESUMO

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO EM ÁREAS DO CULTIVO DO FUMO NA AGRICULTURA FAMILIAR

AUTORA: Leonice Raquel Vidal

ORIENTADORA: Dr^a. Claire Delfini Viana Cardoso

A fumicultura configura uma das principais atividades econômicas da agricultura familiar na região central do Estado do Rio Grande do Sul. Desta forma, o trabalho tem por objetivo aplicar técnicas de Agricultura de Precisão na área de fumicultura da agricultura familiar, utilizando ferramentas de menor grau de complexidade e sofisticação acessíveis e de baixo custo, a fim de avaliar a variabilidade do solo e quantificar a produtividade. Para tal, definiu-se como área de estudo, uma lavoura no município de Agudo (RS), caracterizado pela presença da agricultura familiar e da produção da fumicultura como base da economia municipal rural. Os procedimentos metodológicos se basearam na vetorização de uma lavoura (com área de 0,4 ha), a qual foi dividida em duas áreas: área CAP1 e área SAP1. Na CAP1 foram aplicadas técnicas de Agricultura de Precisão como a análise do solo, correção em taxa variável e após a análise destes dados foi realizada a aplicação de insumos correspondentes a necessidade da área do experimento. Na área SAP1 obedeceram-se as intervenções do agricultor familiar e do técnico agrícola da empresa fumageira. O experimento realizou-se durante o ano de 2014 (ano base sem intervenção) e 2015 (ano de aplicação das técnicas de Agricultura de Precisão), cujos dados obtidos levaram em consideração as duas áreas da lavoura, a fim de estabelecer correlação de produtividade de cada área, levando em consideração a quantidade de folhas por planta, a largura e comprimento da folha, o tamanho da planta e o peso total da produção de cada planta de fumo. Entre os principais resultados obtidos, destaca-se a eficiência das técnicas da Agricultura de Precisão na cultura do fumo, aumento da fertilidade do solo na área destinada CAP1 e aumento da produtividade. Na área CAP1 a produtividade teve um aumento de 91,9% enquanto que a área SAP1 o aumento de produtividade foi de 50,7% de 2014 para 2015. Comparando a área CAP1 e SAP1 durante o ano de aplicação das técnicas, a área CAP1 teve 35,24% a mais de produtividade que a área SAP1, demonstrando a viabilidade de aplicação das referidas técnicas e sua eficácia nas tomadas de decisões para as atividades da agricultura familiar.

Palavras-chave: Fumicultura. Agricultura de Precisão. Agricultura Familiar. Taxa Variável e Produtividade Agrícola.

ABSTRACT

APPLICATION OF PRECISION AGRICULTURE TECHNIQUES IN TOBACCO GROWING AREAS IN FAMILY FARMING

AUTHOR: Leonice Raquel Vidal

ADVISOR: Dr^a. Claire Delfini Viana Cardoso

Tobacco growing is one of family farming's main economic activities in the central region of the Rio Grande do Sul state. This paper aims to administer precision agriculture techniques in tobacco growing area of family farming, using tools with lesser degree of complexity, sophistication and cost in order to evaluate the variability and quantify the productivity of the soil. To achieve this, a crop in the municipality of Agudo (RS) characterized by the presence of family farming and the tobacco growing as the basis of rural municipal economy was chosen as the study area. The methodological procedures were based on the vectorization of a crop (0.4-hectare), which was divided into two areas: CAP1 area and SAP1 area. In the CAP1 area, high precision techniques like soil analysis and variable rate correction were performed and, after the analysis of these data, the correspondent agricultural inputs needed were to the experiment area. The SAP1 area complied to the interventions of the family farmers and the agricultural technician of the tobacco company. The experiment was carried out during the years 2014 (base year without intervention) and 2015 (year that the precision agriculture techniques were applied), the obtained data took into account the two areas, in order to establish productivity correlation in each area, taking in consideration the amount of leaves per plant, the width and length of the sheet, the size of the plant and the total weight of each tobacco plant. Amongst the obtained results, it can be highlighted the efficiency of the precision agriculture techniques in tobacco plants, increased soil fertility in the CAP1 area and increased productivity. In the CAP1 area, productivity rose 91,9%, while in SAP1 area, productivity rose 50,7% in comparison between 2014 and 2015. Comparing both areas during the year in which the techniques were applied, CAP1 was 35,24% more productive than SAP1, showing that it is viable to apply the aforementioned techniques and its efficacy in decision making for family farming activities.

Keywords: Tobacco growing. Precision Agriculture. Family Farming. Variable Rate and Agriculture Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Tabaco Virginia em 2015	25
Figura 02 – Colheita do fumo Burley em 2012	26
Figura 03 – Tabaco oriental em 2012.....	27
Figura 04 – Tabaco curado ao fogo e a fumaça em 2010.....	29
Figura 05 – Tabaco curado ao sol em 2010.....	30
Figura 06 – Estufa de secagem e galpão de armazenamento em 2016	31
Figura 07 – Cura ao ar livre em 2010.....	32
Figura 08 – Canteiros de fumo em 2015	33
Figura 09 – Fazendo a repicagem das mudas em 2015	34
Figura 10 – Gradagem mecânica e animal em 2009.....	35
Figura 11 – Plantação do fumo tabaco em 2015.....	36
Figura 12 – Desponte do tabaco em 2013	37
Figura 13 – Mochilas usadas para carregar o fumo em 2015	38
Figura 14 – Máquina de costura do fumo em 2015	39
Figura 15 – Prensa de fumo utilizada para fazer os fardos em 2015	40
Figura 16 – Fardos de fumo em 2015	40
Figura 17 – GPS Garmin etrex utilizado na coleta dos dados em 2015	53
Figura 18 – Amostragem do solo com localização do ponto central e da subamostra coletadas em 2015	54
Figura 19 –Amostragem do solo com localização do ponto central e das subamostras coletadas realizado no campo em 2015.....	55
Figura 20 – Imagem da área de estudo Com Agricultura de Precisão (CAP1) e Sem Agricultura de Precisão (SAP1) em 2015.....	56
Figura 21 – Amostragem do solo em 2015	57
Figura 22 – Imagem dos softwares utilizados no trabalho em 2016.....	58
Figura 23 – Aplicativo c7 MapaGeo em 2015.....	66
Figura 24 – Demarcação por estacas em 2015.....	67
Figura 25 – Aplicação dos adubos no solo em 2015.....	68
Figura 26 – Fertilizante no solo em 2015	68
Figura 27 – Grade regular de 40 pontos espacializados em 2014	70

Figura 28 - Estacas elaboradas para marcar as plantas de fumo georreferenciadas em 2014	70
Figura 29 – Identificação dos pontos na lavoura em 2015	71
Figura 30 – Análise das plantas georreferenciadas em 2015	72
Figura 31 – Plantas de fumo colhidas separadamente em 2015.....	73
Figura 32 – Plantas de fumo atingidas pelas intempéries da natureza em 2015	96

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Interpretação da análise de Fósforo (P) para fins de recomendação de adubação fosfatada.....	60
Tabela 02 – Interpretação da análise de Potássio (K) para fins de recomendação de adubação potássica, através do Método de Mehlich1	63
Tabela 03 – Estatística descritiva com os valores mínimos, máximos, média, desvio padrão, e coeficiente de variação dos atributos de solo para o ano de 2014 na área SAP1 e CAP1 em Agudo – RS	75
Tabela 04 – Comparativo entre os valores de Fósforo entre os anos de 2014 e 2015 na área SAP1	76
Tabela 05 – Comparativo entre os valores de Fósforo entre os anos de 2014 e 2015 na área CAP1	79
Tabela 06 – Comparativo entre os valores de Potássio entre os anos de 2014 e 2015 na área SAP1	81
Tabela 07 - Comparativo entre os valores de Saturação de Potássio entre os anos de 2014 e 2015 na área SAP1	82
Tabela 08 - Comparativo entre os valores de Potássio entre os anos de 2014 e 2015 na área CAP1.....	84
Tabela 09 - Comparativo entre os valores de Saturação de Potássio entre os anos de 2014 e 2015 na área CAP1	85
Tabela 10 - Estatística descritiva com os valores mínimos, máximos, média, desvio padrão, e coeficiente de variação dos atributos de solo para o ano de 2015 na área SAP1 e CAP1 em Agudo – RS	87
Tabela 11 - Comparativo entre os valores de Fósforo na área SAP1 e CAP1 de 2015	88
Tabela 12 - Comparativo entre os valores de Saturação de Potássio no ano de 2015 na área SAP1 e CAP1.....	90
Tabela 13 - Comparativo dos componentes de produtividade da cultura do fumo no ano 2014/15 nas áreas SAP1 e CAP1	92
Tabela 14 – Comparativo dos componentes de produtividade da cultura do fumo entre as áreas SAP1 e CAP1 no ano de 2014 e 2015	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Participação do Brasil na produção dos diferentes tipos de tabaco em 2004	24
Gráfico 02 – Participação mundial dos diferentes tipos de tabaco em 2004	28
Gráfico 03 – Teores de Fósforo na área SAP1 nos anos de 2014 e 2015	78
Gráfico 04 – Teores de Fósforo na área CAP1 nos anos de 2014 e 2015	80
Gráfico 05 – Teores de Saturação de Potássio na área SAP1 nos anos de 2014 e 2015	83
Gráfico 06 – Teores de Saturação de Potássio na área CAP1 nos anos de 2014 e 2015	86
Gráfico 07 – Teores de Fósforo nas áreas SAP1 e CAP1 no ano de 2015	89
Gráfico 08 – Teores de Saturação de Potássio nas áreas SAP1 e CAP1 no ano de 2015	91

LISTA DE MAPAS

Mapa 01 - Localização da área de estudo, em 2016.....	51
Mapa 02 – Grid (Malha de amostragem de solo) em 2015	54
Mapa 03 – Saturação por Base na área CAP1 em 2014	59
Mapa 04 – Fertilidade de Fósforo (CAP1) em 2014	61
Mapa 05 – Aplicação a taxa variável de Fósforo em 2015.....	62
Mapa 06 – Saturação de Potássio na área CAP1 em 2014	64
Mapa 07 – Aplicação de Potássio em 2015	65
Mapa 08 – Teores de Fósforo SAP1 para os anos de 2014 e 2015 no município de Agudo-RS.....	77
Mapa 09 – Teores de Fósforo CAP1 para os anos de 2014 e 2015 no município de Agudo-RS.....	79
Mapa 10 – Teores de Potássio para os anos de 2014 e 2015 na área SAP1 no município de Agudo-RS.....	81
Mapa 11 – Teores de Saturação de Potássio para os anos de 2014 e 2015 na área SAP1 no município de Agudo-RS.....	82
Mapa 12 – Teores de Potássio para os anos de 2014 e 2015 na área CAP1 no município de Agudo-RS.....	84
Mapa 13 - Teores de Saturação de Potássio para os anos de 2014 e 2015 na área CAP1 no município de Agudo-RS	85
Mapa 14 - Teores de Fósforo para o ano de 2015 na área SAP1 e CAP1 no município de Agudo-RS.....	88
Mapa 15 - Teores de Saturação de Potássio para o ano de 2015 na área SAP1 e CAP1 no município de Agudo-RS	90
Mapa 16 – Média de produtividade SAP1 e CAP1 em 2014 e 2015.....	95

LISTA DE SIGLAS

AFUBRA	Associação dos Fumicultores do Brasil
Ar	Argila
AS	Saturação por Alumínio
Ca	Cálcio
CAP1	Com Agricultura de Precisão
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CTC	capacidade de troca de cátions
CV	Coeficiente de Variação
DP	Desvio Padrão
GPS	Global Positioning System (Sistema de Posicionamento Global)
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
K	Potássio
KCl	Cloreto de potássio
MDT	Modelo Digital do Terreno
Mg	Magnésio
MO	Matéria Orgânica
P	Fósforo
Ph	Potencial de Hidrogênio
PRNT	Poder Relativo de Neutralização Total
ROLAS	Rede Oficial de Laboratórios de Análises do Solo
RS	Rio Grande do Sul
SAP1	Sem Agricultura de Precisão
SB	Saturação de Bases
SC	Santa Catarina
SFT	Super Fosfato Triplo
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SMS	Spatial Management System™
SK	Saturação de Potássio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3	REFERENCIAL TEÓRICO	20
3.1	ASPECTOS HISTÓRICOS E SOCIOLÓGICOS DO TABACO.....	20
3.2	CARACTERIZAÇÃO DO TABACO (NICOTIANA TABACUM L)	22
3.2.1	Tipos de Tabaco e suas características	24
3.2.1.1	<i>Virginia</i>	24
3.2.1.2	<i>Burley</i>	25
3.2.1.3	<i>Escuro</i>	26
3.2.1.4	<i>Oriental</i>	27
3.2.2	Tipos de cura do Tabaco	28
3.2.2.1	<i>Curado a fogo</i>	28
3.2.2.2	<i>Curado ao sol</i>	29
3.2.2.3	<i>Curado em estufa</i>	30
3.2.2.4	<i>Curado ao ar livre</i>	31
3.3	CADEIA PRODUTIVA DO TABACO	32
3.3.1	Preparação das mudas e canteiros	32
3.3.2	Preparação da lavoura e plantação	35
3.3.3	Desponte da Planta (Capação)	37
3.3.4	Colheita e secagem (cura)	37
3.3.5	Comercialização	41
3.4	AGRICULTURA FAMILIAR	41
3.5	AGRICULTURA DE PRECISÃO	43
3.5.1	Sistema de Posicionamento Global (GPS)	45
3.5.2	Aplicação a taxa variável	46
3.5.3	Sistema de Informações Geográficas (SIG) aplicado a agricultura de precisão	47
3.5.4	Geoestatística	48
3.5.5	Análise química do solo	49

4	MATERIAL E MÉTODOS	51
4.1	ÁREA DE ESTUDO	51
4.2	ETAPAS DO TRABALHO.....	52
4.2.1	Análise do solo	52
4.2.2	Tratamento dos dados e geração de mapas	57
4.2.3	Recomendação de correção de acidez do solo	58
4.2.4	Recomendação de correção de Fósforo (P)	59
4.2.5	Recomendação de correção de Potássio (K)	62
4.2.6	Aplicação dos insumos	65
4.2.7	Manejo de Adubação	69
4.2.8	Mapa de produtividade	69
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
5.1	COMPARAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO NA ÁREA SAP1 E CAP1 NO ANO DE 2014 (ANO BASE).....	75
5.2	COMPARAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO NOS ANOS DE 2014 E 2015 REFERENTES AS ÁREAS SAP1 E CAP1	76
5.2.1	Fósforo SAP1	76
5.2.2	Fósforo CAP1	78
5.2.3	Potássio SAP1	80
5.2.4	Potássio CAP1	83
5.3	AVALIAÇÃO DE FERTILIDADE DO SOLO.....	86
5.3.1	Comparação da fertilidade do solo no ano de 2015 referentes a área SAP1-CAP1	86
<i>5.3.1.1</i>	<i>Avaliação de Fósforo em 2015</i>	<i>87</i>
<i>5.3.1.2</i>	<i>Avaliação de Potássio em 2015</i>	<i>89</i>
5.4	AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE	91
5.4.1	Comparação dos componentes de produtividade da cultura do fumo no ano 2014/15 nas áreas SAP1 e CAP1	91
5.4.2	Comparação dos componentes de produtividade da cultura do fumo entre as áreas SAP1 e CAP1 nos anos de 2014 e 2015	93
5.5	AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE	94
5.6	INTEMPÉRES DA NATUREZA.....	95
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
	REFERENCIAS	100

1 INTRODUÇÃO

A expansão da agricultura e intensificação da exploração dos recursos naturais decorre do aumento do consumo per capita de alimentos demandada pelo crescimento populacional.

O Brasil é atualmente o segundo maior produtor de fumo do mundo, ficando atrás somente da China em volume de produção. Na safra 2014/2015 foram colhidas mais de 695 mil toneladas, segundo a Associação dos Fumicultores do Brasil (AFUBRA). O Brasil ocupa, ainda, a posição de maior exportador mundial do produto desde 1997.

O cultivo do tabaco figura como uma das principais atividades agrícolas do sul do Brasil. Aproximadamente 85% do tabaco produzido no país é comercializado com a União Européia, Ásia e Estados Unidos, tornando-o um dos produtores agrícolas de maior importância na balança comercial brasileira.

Atualmente, o tabaco é a cultura agrícola não-alimentícia mais importante do planeta e contribui substancialmente para as economias de mais de 150 países, cuja indústria do Tabaco é uma das maiores fontes de renda para estes países. Um dos principais atrativos para os agricultores, na atividade da fumicultura, consiste na estabilidade de preços e maior rentabilidade por área cultivada, propiciando agregação de valor às pequenas propriedades. As técnicas de cultivo do tabaco também ajudam os agricultores a aproveitar melhor a sua propriedade e a cultivar melhor outras culturas alimentícias (SOUZA CRUZ, 2016).

A produção de fumo no Rio Grande do Sul, assim como em todo o país é realizada no Sistema Integrado a Indústria, no qual as empresas fumageiras são responsáveis pelo fornecimento dos insumos utilizados em todo processo produtivo, desde financiamentos, assistência técnica ao produtor e garantia de compra do produto. O Sistema Integrado favorece a continuidade deste tipo de cultura, uma vez que, o pequeno produtor dificilmente teria condições de adquirir este pacote tecnológico sem estar integrado, já que é sabido o pouco capital social dos mesmos (SOUZA CRUZ, 2010).

No Estado do Rio Grande do Sul, marcado por um processo de colonização, especialmente, na sua porção central e norte, a agricultura familiar ocupa lugar de destaque. Desta maneira, a maioria das propriedades possui pequena extensão de terra, mão de obra abundante, sendo responsável pelo abastecimento interno do

país, e normalmente, possui pouca tecnologia empregada. Neste sentido, cabe ressaltar sua fundamental importância para o país, não podendo restringir a esta os meios tecnológicos capazes de promover melhor aproveitamento do pouco recurso que dispõe – a terra, pois ao excluir a pequena produção estar-se-ia deixando de lado uma parcela vital da economia responsável pela produção de alimentos.

Dentre as técnicas que atendem às práticas de cultivo tem-se a Agricultura de Precisão, cujo objetivo é identificar as condições ideais para o desenvolvimento da agricultura, através do mapeamento e análises de solo. Estas técnicas são usadas, quase que exclusivamente, por grandes proprietários, resultando em aumento de produtividade acima da média regional e estadual. Em contrapartida, devido ao custo elevado, esta tecnologia não está acessível à agricultura familiar, o que, muitas vezes, determina a baixa produtividade da pequena propriedade, contribuindo para a não garantia de sua reprodução social.

Neste contexto, reporta-se a Knob (2006) ao mencionar que a aquisição das técnicas associadas à Agricultura de Precisão encontra sérias limitações em função do elevado custo de aquisição dos equipamentos e implantação do sistema. Dentre as conseqüências deste elevado custo está a restrição do uso dessa tecnologia em pequenas propriedades caracterizadas pela agricultura familiar.

Um dos grandes problemas que a agricultura familiar vem enfrentando nos últimos anos é a sua reprodução socioeconômica frente ao processo de modernização do campo. Isto decorre, especialmente, pela sua inacessibilidade às tecnologias devido ao pouco capital social disponível.

Diante destas prerrogativas, a possibilidade da inserção das técnicas advindas da Agricultura de Precisão, na agricultura familiar, deve trabalhar com ferramentas e técnicas simples, que muitas vezes, podem ser executadas de forma manual, buscando trabalhar com a mão de obra disponível na propriedade agrícola. Inclui-se neste aspecto a geração manual de mapas de produtividade e de mapas atributos do solo, usando ferramentas de baixo custo, com a finalidade de efetuar aplicação a taxas variáveis em determinadas zonas de manejo.

A Agricultura de Precisão se baseia no conjunto de técnicas que através de informações georreferenciadas da área, explora a variabilidade do terreno, principalmente no que se refere a atributos químicos, físicos e biológicos do solo, possibilitando, assim, otimizar a aplicação de insumos na lavoura, buscando a redução de custos e impactos ao meio ambiente. A partir da análise da variabilidade

espacial, devem ser tomadas as decisões para que se faça a aplicação de insumos de forma localizada e com dosagem precisa (KNOB, 2006)

Neste contexto, o problema que se coloca é mostrar a viabilidade do uso de técnicas referentes à Agricultura de Precisão em áreas de cultivo da fumicultura, através da aplicação de técnicas de baixo custo (geração de mapas de produtividade e de mapas de atributos do solo), com finalidade de promover melhor aproveitamento e manejo das lavouras cultivadas.

Desta forma, o presente trabalho se justifica por mostrar a viabilidade da inserção das técnicas da agricultura de precisão em áreas de pequena produção, bem como pela pouca produção acadêmica referente ao tema proposto, especialmente, no que se refere às áreas de cultivo da fumicultura da agricultura familiar no Estado do Rio Grande do Sul.

No âmbito pessoal, destaca-se a familiaridade com o tema proposto, uma vez que a referida autora é filha de agricultores familiares produtores de fumo, no município de Agudo (RS). Desta forma, as experiências fruto da lida na atividade da fumicultura corroboraram para a escolha de tema, visto que apesar das contradições frente à continuidade desta atividade na agricultura familiar, ainda ela representa o sustento de boa parte dos agricultores familiares da região Central do Rio Grande do Sul (**grifo nosso**).

O cultivo do tabaco representa alta rentabilidade por área cultivada, sendo responsável por cerca de 64% da renda familiar dos agricultores no Estado (AFUBRA), sendo assim, responsável pela reprodução social de todos que participam dessa cadeia produtiva. É necessário garantir-lhes além do acesso fácil ao crédito, condições e recursos, o acesso às técnicas, cuja aplicação dos princípios da tecnologia pode auxiliar os agricultores fumicultores a reduzir custos na aplicação de insumos, aumentar a produtividade e a renda, sem agredir a ambiência.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Aplicar técnicas de Agricultura de Precisão em área de fumicultura da agricultura familiar, utilizando ferramentas de menor grau de complexidade e sofisticação acessíveis e de baixo custo, a fim de avaliar a variabilidade da fertilidade do solo e quantificar a produtividade.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar uma área piloto em uma pequena propriedade com ferramentas de Agricultura de Precisão;
- b) Gerar mapas de recomendação de fertilizantes para aplicação a taxa variável;
- c) Elaborar mapas fertilidade do solo e de produtividade a fim de avaliar a eficiência da aplicação das técnicas de Agricultura de Precisão em área de agricultura familiar;
- d) Comparar o método tradicional do cultivo do fumo com o método de uso da Agricultura de Precisão.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ASPECTOS HISTÓRICOS E SOCIOLÓGICOS DO TABACO

O nome científico do Tabaco é *Nicotina Tabacum*, da qual é extraída uma substância chamada *nicotina*. De acordo com sites que promovem a luta contra o tabagismo, o seu uso data de aproximadamente há 1000 anos a.C., nas sociedades indígenas da América Central, em rituais mágico-religiosos com objetivo de contemplar, purificar, proteger e fortalecer os ímpetus guerreiros (COSTA e SILVA, 1990).

A planta chegou ao Brasil pela imigração de tribos tupi-guaranis. A partir do século XVI. Na Europa, o seu uso foi introduzido por Jean Nicot, diplomata francês vindo de Portugal. Assim, sua expansão pelo mundo ocorreu somente após as expedições europeias. Através do sistema de trocas, os europeus levaram o tabaco para o velho mundo, onde por volta de 1570 passou a ser cultivado, difundindo-se rapidamente através de soldados e marinheiros que o utilizavam em suas viagens. Além disso, fez parte das expedições portuguesas, tornando-o conhecido em todo continente europeu. Destaca-se a importância de Jean Nicot na expansão do cultivo, tanto que o francês, De La Champ, batizou a planta como Herba nicotina, em homenagem a Nicot (CARVALHO et al.,2008).

No século XVII, a planta era utilizada para fins curativos, com o uso do cachimbo difundiu-se pela Ásia e África. No século XIX, iniciou-se o uso do charuto, especialmente na Espanha, atingindo toda a Europa, Estados Unidos e por fim os demais continentes. Seu uso tinha caráter de ostentação e demonstração (NARDI, 1985).

Por volta de 1840 a 1850, surgiram as primeiras descrições de homens e mulheres fumando cigarros, porém somente após a Primeira Guerra Mundial (1914 a 1918) seu consumo teve grande expansão. Espalhou-se rapidamente por todo mundo a partir de meados do século XX, graças à ajuda de técnicas avançadas com destaque à publicidade e marketing, que se desenvolveram nessa época (SEFFRIN, 1995).

No Brasil Colonial, o tabaco era cultivado em lavouras de Salvador e Recife, pois além do consumo interno era utilizado como moeda de troca, principalmente no

tráfico negreiro, o que determinou o incentivo de sua produção e exportação (SOPELSA, 2013).

Uma política de desenvolvimento permitiu a criação de novas áreas produtoras, assim, além da Bahia, o fumo passou a ser cultivado em Minas Gerais, Goiás, São Paulo e, sobretudo, no Rio Grande do Sul com a chegada dos emigrantes europeus, em particular os alemães. Segundo Nardi (1985), a imigração alemã teve papel fundamental no cultivo e na industrialização do tabaco no Rio Grande do Sul, principalmente, devido à estrutura da terra baseada nas pequenas propriedades, o que acabou favorecendo a cultura do tabaco e o aumento da sua comercialização.

Em 1824, o fumo começou a ser cultivado na colônia de São Leopoldo e em 1850 na nova colônia de Santa Cruz do Sul, que se tornou a “capital do fumo” no país. Paralelamente, surgiram novas variedades da cultura. Enquanto que na Bahia continuava a cultivar unicamente fumos escuros locais, as demais regiões começaram a utilizar ou mesmo criar novas variedades (NARDI, 1985).

Seguindo as ideias de Nardi (1985) em 1870 ocorreram numerosas tentativas para cultivar os fumos claros no Brasil (tipo Virgínia), o que promoveu a importação de vários tipos de sementes, inclusive a variedade chinês, dando origem à variedade amarelo. Importadas para o Rio Grande do sul e mais tarde para Santa Catarina possibilitaram o desenvolvimento dos fumos claros, fazendo estes dois Estados, ocuparam posição de destaque na produção dessas variedades.

Neste contexto, ainda durante o século XX, a indústria de cigarros desenvolveu-se em pleno vigor passando a realizar suas atividades em dois tipos de fábricas: as que beneficiavam para exportação e as que desfiavam o fumo. Estas fábricas eram ligadas as companhias exportadoras e trabalhavam para atender as exigências específicas do mercado externo. Dentre as que mais se desenvolveram, destacam-se as localizadas nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Rio Grande do Sul (NARDI, 1985).

A produção se dividiu em duas vertentes específicas. Enquanto a Bahia conservava sua cultura tradicional de fumos escuros para charuto, o Rio Grande do Sul especializava-se nos fumos claros, principais componentes dos cigarros, cuja indústria estava em plena expansão. Com isso, a produção no sul do país começou a se consolidar. Enquanto a Bahia continuava com a secagem ao sol e em galpões,

o Rio Grande do Sul especializou-se na secagem em estufa, melhorando sensivelmente a qualidade de seu produto (SEFFRIN, 1995).

Nos anos de 1940 e 1950, o mercado internacional da preferência pelos fumos claros usados nos cigarros norte-americanos, das variedades Virgínia e Burley, já cultivadas em larga escala no sul do país e que teve como consequência direta o notável crescimento da produção nesta região. Com a explosão dos fumos claros, o crescimento da produção no país neste período foi de 257% (SEFFRIN, 1995).

Segundo Seffrin (1995), a produção da indústria brasileira não parou de crescer, garantindo não apenas o abastecimento interno, mas uma vigorosa retomada das exportações, alcançando no final do século XX, a liderança mundial nas exportações de fumo em folha, consequência da alta qualidade e segurança de abastecimento. A expansão foi de tal ordem, que em pouco mais de 60 anos (de 1940 a 2003) o total anual enviado ao exterior passou de 38,3 mil toneladas para 465 mil toneladas.

Atualmente, o fumo é cultivado em todas as partes do mundo, sendo responsável por uma atividade econômica que envolve milhões de dólares. Com a modernização de maquinário da indústria e a grande facilidade de obtenção de matéria-prima, as indústrias de tabaco no Brasil vem mantendo a posição entre os maiores produtores mundiais.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO TABACO (*NICOTIANA TABACUM L.*)

Tabaco é um produto agrícola processado a partir das folhas de plantas do gênero *Nicotiana*. Pode ser consumido, usado como pesticida, sob a forma de tartarato de nicotina ou usado planta medicinal. Normalmente é usado como uma droga recreativa. A planta de fumo pertence à família *Solanaceae*, cujo representante comercial é a espécie *Nicotiana tabacum L* (FAVARIN, 2012).

O tabaco, planta nativa americana, era cultivado e consumido pelas civilizações pré-colombianas. Os nativos colombianos usavam o tabaco com caráter medicinal e sagrado, geralmente limitado a rituais mágico-religiosos, nos quais poderia ser comido, bebido, mascado, chupado e fumado (SEFFRIN, 1995).

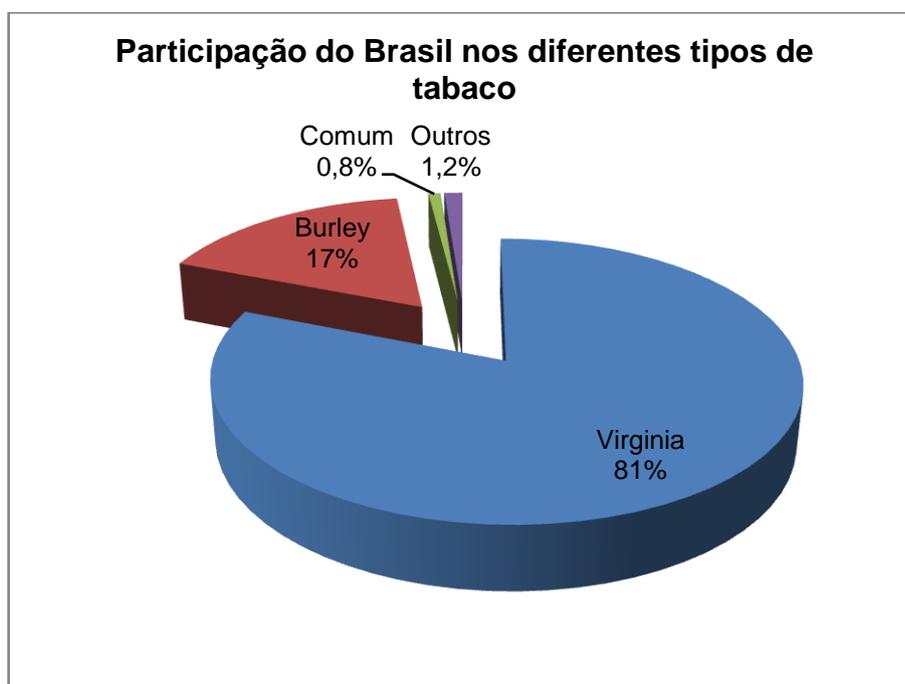
A planta do tabaco pode atingir dois metros de altura, e se encontra, coberta de pelos viscosos. Os caules apresentam-se eretos, robustos, cilíndricos e ramosos. As folhas são alternas, sésseis, ovais ou lanceoladas, pontas agudas, inteiras, pegajosas, com nervuras muito salientes na parte inferior e de cor verde mais carregado na parte superior, de cheiro fraco e sabor levemente picante, amargo e nauseoso. As flores são grandes, rosadas, munidas de brácteas dispostas numa espécie de panícula na extremidade dos ramos, tendo cálice tubuloso, esverdeado. Finalmente, o fruto forma uma cápsula ovóide, encerrando numerosas sementes, muito pequenas, rugosas e irregularmente arredondadas (BOIEIRO, 2008).

O tabaco, utilizado para fins comerciais, é uma planta anual autógama, com um ciclo de vida que varia entre 120 a 240 dias. O gênero *Nicotina* pertence à família *Solanaceae*, e está dividido em três subgêneros: *Tabacum*, *Petunioides* e *Rustica*. Existem cerca de 60 espécies conhecidas que são originárias da América do Norte, América do Sul, Ilhas do Pacífico Sul e Austrália (SOPELSA, 2013).

As espécies como *N. tabacum* é a mais importante na agricultura atual e no mercado internacional sendo a mais cultivada. Ela é uma espécie alotetraplóide que apresenta $2n = 4x = 48$ cromossomos, distribuídos nos genomas S e T, originárias da hibridização de duas espécies diplóides, *N. sylvestris* ($2n=24$) com genoma S (maternal), e *N. tomentosiformis* ($2n=24$), que representa o genoma T (MEDEIROS, 2005).

No Brasil, como mostra o Gráfico 01, as principais variedades plantadas são os tipos de fumo Virgínia (81%), Burley(17%), Comum (0,8%) e os que se encontram para capa de charuto, oriental e fumo em corda (1,2%). Para fabricação dos cigarros são usados 40% de fumo Virgínia, 35% de fumo Burley, 15% de fumo Oriental e 10% de talo picado. Com essa mistura produz um perfeito equilíbrio em termos de aroma e sabor, buscando assim, atender as exigências do mercado consumidor (KIST et al., 2004).

Gráfico 01 – Participação do Brasil na produção dos diferentes tipos de tabaco em 2004.



Fonte: Elaborado pela autora baseado em KIST et al, 2004.

Org: VIDAL, L. R.

No decorrer dos anos, diferentes tipos de tabacos foram estabelecidos com as finalidades de sua utilização, e como resultados desta seleção surgiram tipos específicos de tabacos, relativamente diferenciados entre si por sua morfologia, sua composição química e suas propriedades organolépticas (LIBUY, 2006).

3.2.1 Tipos de Tabaco e suas características

3.2.1.1 Virgínia

A variedade Virgínia (Figura 01) é a mais produzida no Brasil, também conhecida por *Flue-Cured* ou tabaco de estufa. Sua colheita é feita folha por folha e secado dentro de uma estufa fechada a base de calor, com temperatura controlada, obedecendo à particularidade de cada parte da folha que necessita ser secada.

O calor vem da fornalha que fica na parte exterior da estufa, o qual se espalha no interior da estufa por canos de ferro. Esse processo favorece a coloração que vai do amarelo ao alaranjado e a concentração de açúcares na folha. A variedade apresenta plantas altas, de folhas grandes e lanceoladas, tem sabor e aroma suaves, com conteúdo médio de nicotina e elevada concentração de açúcares. A fumaça de sua combustão é doce e ácida. É utilizado para a fabricação de cigarros e para blends de cachimbo (LIBUY, 2006).

Figura 01 - Tabaco Virginia em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

3.2.1.2 *Burley*

A variedade *Burley* (Figura 02) é conhecida como tabaco de Galpão ou *Aircured*. São plantas de porte alto e folhas grandes, que adquirem tonalidades vermelhas bonitas quando secadas ao ar e acondicionadas ao calor. Colhe-se a planta inteira na lavoura, a qual é curada sob um galpão aberto, sem paredes, somente com a proteção do teto, sendo secada e curada ao ar livre.

Dentro suas características apresentam como propriedades físicas boa combustão, bom preenchimento e capacidade de absorver os sabores picantes nos blends dos cigarros. Seu sabor é neutro, o que resulta numa vantagem na utilização dos blends nas tabacarias e nos cachimbos (LIBUY, 2006).

Figura 02: Colheita do fumo Burley em 2012.



Fonte: Rede Agronomia, 2012.

Org: VIDAL, L. R.

3.2.1.3 *Escuro*

A variedade também é conhecida como planta de porte alto e folhas grandes que são secadas ao ar, em atmosfera natural, e depois de um processo de fermentação, adquirem tonalidades que vão da cor do café com leite ao marrom escuro.

Possuem um alto teor de nicotina e uma reação alcalina da fumaça, apresentam um sabor e aroma fortes. Seu cultivo sob baixas condições de luminosidade resulta em capas para charutos de alta qualidade, a mais especializada de todas as produções no universo do tabaco. São usadas nas tabacarias, em blends para cachimbo e em capas para charutos Premium (LIBUY, 2006).

3.2.1.4. Oriental

Apresenta plantas de porte baixo, folhas pequenas e numerosas, são curadas ao sol, adquirindo assim, tonalidades amarelas. Sua principal qualidade é o aroma característico que confere aos blends dos cigarros e de cachimbos nos quais é utilizado. Os principais países que cultivam o tabaco Oriental são Bulgária, Grécia, Macedônia e Turquia, conforme visto na Figura 03 (LIBUY, 2006)

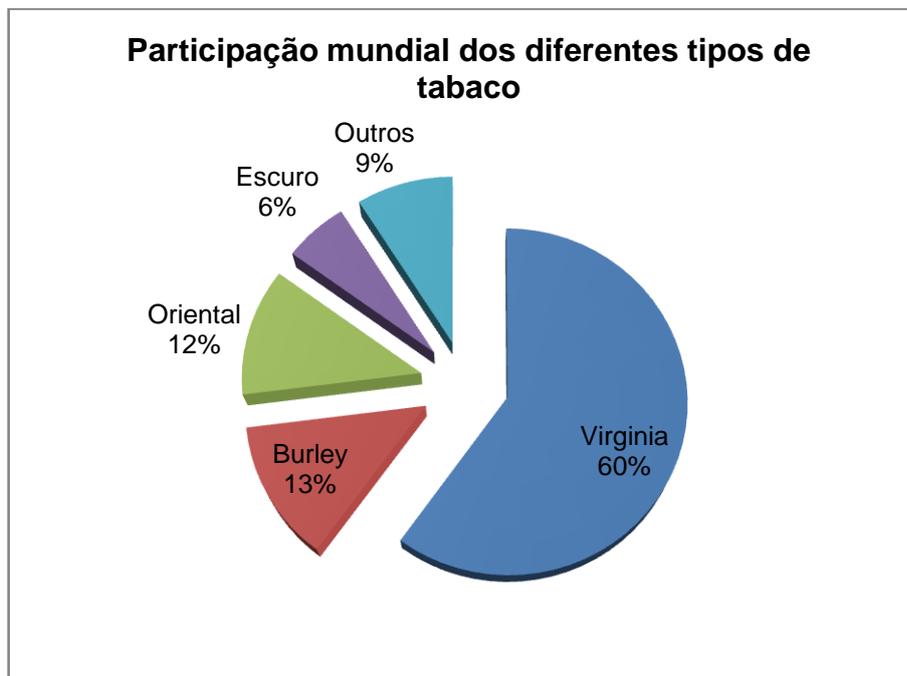
Figura 03 - Tabaco Oriental em 2012.



Fonte: Radio Bulgaria, 2012.
Org: VIDAL, L. R.

Em relação às variedades de fumo produzido mundialmente, destaca-se que o tabaco do tipo Virginia é responsável por mais da metade do tabaco produzido no mundo, correspondendo a 60%, seguido pelo Burley com 13%, o Oriental com 12%, e, finalmente, o tabaco Escuro com 6% (KIST et al., 2004). As demais variedades juntas alcançam 9% da produção mundial como mostra o Gráfico 02.

Gráfico 02 - Participação mundial dos diferentes tipos de tabaco, em 2004.



Fonte: Elaborado pela autora baseado em KIST et al., 2004.

Org: VIDAL, L. R.

3.2.2 Tipos de cura do Tabaco

A cura do tabaco se resume em quatro tipos descritos a seguir:

3.2.2.1 Curado a fogo

Conhecidas como *Fire-cured*, realizada em galpão fechados com um fogo fraco ao centro. As folhas são expostas ao fogo e à fumaça, adquirindo ao longo do processo o agradável sabor e aroma da defumação proveniente da queima da madeira e eventualmente ervas. São plantas de bom porte e folhas de tamanho variável, adquirem tonalidades escuras e um sabor muito forte, quando secadas ao fogo direto. São empregadas para blends de cachimbo, na produção de rapé e tabaco de mascar, visto na Figura 04 a seguir (LIBUY, 2006).

Figura 04: Tabaco curado ao fogo e a fumaça em 2010.



Fonte: DO CACHIMBO, TABACO E AFINS (2010).
Org: VIDAL, L. R.

3.2.2.2 *Curado ao Sol*

Conhecido como *Sun-cured*, as folhas do tabaco são penduradas em uma área aberta, em contato direto com o sol. Esse método é mais comum em regiões de clima árido e pouca incidência de chuva (Figura 05) (DO CACHIMBO, TABACOS E AFINS, 2010).

Figura 05 – Tabaco curado ao sol em 2010.



Fonte: DO CACHIMBO, TABACOS E AFINS (2010).
Org: VIDAL, L. R.

3.2.2.3 Curado em Estufa

Conhecido como *Flue-Cured*. Neste tipo de cura o tabaco é pendurado dentro de uma estufa fechada e então exposto ao calor, sempre com a temperatura controlada. Através de uma fornalha na parte externa que gera o calor, que se espalha no interior da estufa por canos de ferro. É muito utilizado no sul do Brasil, pelos produtores de variedades do tipo Virgínia (Figura 06) (DO CACHIMBO, TABACOS E AFINS, 2010).

Figura 06 - Estufa de secagem e galpão de armazenamento em 2016.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Org: VIDAL, L. R.

3.2.2.4 Curado ao ar livre

Chamado de *Air-cured*, o tabaco é posto em galpões abertos, sem paredes, somente com a proteção do teto. O ar circula livremente e o tabaco seca a sombra. É conhecido como “fumo de galpão”. Sendo o processo utilizado principalmente com o tabaco Burley (Figura 07) (DO CACHIMBO, TABACOS E AFINS, 2010).

Figura 07 - Cura ao ar livre em 2010.



Fonte: DO CACHIMBO, TABACOS E AFINS (2010).
Org: VIDAL, L. R.

3.3 CADEIA PRODUTIVA DO TABACO

3.3.1 Preparação das mudas e canteiros

As sementes são o primeiro elo da cadeia produtiva do fumo, os produtores recebem as sementes adequadas ao clima e ao solo de cada propriedade.

A sementeira dos canteiros se concentra nos meses de junho e julho. Com as sementes em mãos o produtor começa a preparar os canteiros. As sementes são semeadas em bandejas de isopor, as quais formam os canteiros, onde as mudas de fumo são cultivadas. Para tal, segue-se o seguinte procedimento: construção do canteiro, enchimento das bandejas, sementeira, aplicação de adubação, tratamentos preventivos das mudas e poda.

As bandejas de isopor são desinfetadas e depois preenchidas com substrato adequado para a sementeira e, em seguida, são distribuídas as sementes da cultivar (duas sementes por célula), após são depositadas em uma lâmina de água de 35 cm de profundidade e 12 metros de comprimento geralmente (Figura 08). Nessa lâmina

de água são diluídos os agrotóxicos como os fungicidas e também os fertilizantes, formando um concentrado químico capaz de produzir mudas mais resistentes a pragas e intempéries (HEEMANN, 2009).

Figura 08 - Canteiros de fumo em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

Com a utilização desse procedimento houve um avanço nesse processo produtivo, permitindo a eliminação do uso do gás Brometo de Metila e, conseqüentemente, reduziu a aplicação de fungicidas além de proporcionar condições mais confortáveis de trabalho ao produtor, bem como melhores mudas e lavouras mais uniformes e produtivas (SOUZA CRUZ, 2010).

Ao longo do crescimento das mudas nos canteiros realiza-se a repicagem (Figura 09) que consiste em proporcionar que todas as células permaneçam com uma única planta, obtendo assim bom rendimento e crescimento uniforme das mudas nas bandejas.

Figura 09 - Fazendo a repicagem das mudas em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Org: VIDAL, L. R.

Após a repicagem, duas podas são realizadas nas mudas, antes de serem transplantadas na lavoura, as quais têm por finalidade promover a resistência da muda, suportando as adversidades do clima. Estas podas, geralmente, acontecem quando as mudas atingem 7 cm ou cerca de 6 a 7 folhas. A primeira poda é feita para melhorar a uniformidade na altura e diâmetro do caule, na qual deve-se tomar o cuidado para não cortar o ápice da muda. Após a poda é importante que sejam aplicados produtos químicos que impeçam a ocorrência de doenças nas partes podadas.

Os canteiros devem ser manejados de maneira que a temperatura, luminosidade e umidade estejam adequadas. Em dias frios, o fechamento dos canteiros deve ser realizado para que seja acumulado calor, evitando assim, o estresse por frio e também a proteção dos ventos para prevenir danos às mudas. Por outro lado, em dias quentes, é fundamental a abertura lateral dos canteiros para a aeração e retirada de excesso de umidade, evitando as doenças.

Todo esse processo leva em média de 60 a 70 dias, após a sementeira, para

as mudas atingirem o ponto ideal para serem transplantadas na lavoura.

3.3.2 Preparação da lavoura e plantação

A próxima etapa consiste na fase no transplante definitivo das mudas para a lavoura, a qual obedece às seguintes etapas: preparação do solo, adubação de base, transplante das mudas, tratos culturais, adubação de cobertura, adubação de reposição (se necessário) e controle de pragas e doenças.

Para a preparação do solo, são usados equipamentos movidos a tração animal e tratores (Figura 10). Para tal, o agricultor lava, gradeia, aduba e prepara os sulcos (camaleões ou vergas) no terreno para o plantio das mudas de tabaco (HEEMANN, 2009).

Figura 10 - Gradagem mecânica e animal em 2009.



Fonte: HEEMANN, 2009.
Org: VIDAL, L. R.

Nos camaleões é recomendado ter um espaçamento de 1,20 m entre as fileiras e 50 cm entre plantas nas fileiras. A marcação de 50 cm é realizada com um instrumento de madeira ou uma máquina manual, indicando assim o local que irá receber a muda (Figura 11) (HEEMANN, 2009)

Figura 11 - Plantação do fumo tabaco em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

O transplante das mudas, geralmente, ocorre, conforme Silva (2002), aproximadamente 65 dias após a sementeira, mas antes de serem transplantadas, as mesmas são tratadas com Confidor 700GRDA ou Solvirex GR100¹ para evitar o risco de contaminação por insetos-pragas como a “broca do fumo”. O transplante das mudas na lavoura deve acontecer com a umidade do solo, ou seja, logo após as precipitações, para garantir que as mudas se desenvolvam adequadamente.

Após o plantio, em torno de 5 a 7 dias é feito o replante, que consiste em replantar novamente mudas nos locais que não se desenvolveram. Se necessário é refeito o replante, normalmente entre 12 e 15 dias após o plantio. Logo após, ocorre todo o processo de cuidado da planta que é caracterizado pela capina das ervas daninhas, tratamento com defensivos para evitar pragas e pestes comuns à cultura e à adubação.

¹ Confidor 700GRDA ou Solvirex GR100 são inseticidas utilizados no tabaco para evitar o risco de se ter insetos-pragas como a Broca-do-fumo, Pulgão-do-fumo e Lagarta-rosca.

3.3.3 Desponte da planta (Capação)

O desponte (Figura 12) compreende a quebra da parte superior da planta onde fica o botão floral, que ocorre em média, 70 dias após o transplante.

O principal objetivo desse procedimento é evitar que os nutrientes absorvidos pela planta sejam enviados diretamente as flores e a produção de sementes, o que impede um melhor desenvolvimento das folhas. Após o desponte, recomenda-se a aplicação de produto anti-brotante, que garante que os nutrientes permaneçam mais tempo nas folhas, permitindo que ganhem mais peso e qualidade (SOUZA CRUZ, 2010).

Figura 12 - Desponte do tabaco em 2013.



Fonte: La Informacion, 2013.

Org: VIDAL, L. R.

3.3.4 Colheita e Secagem (cura)

O início da colheita ocorre em média 10 dias após o desponte do fumo, observando-se o ponto de maturação das folhas. O fumo é considerado bem maduro e pronto para colheita, quando as folhas inferiores da planta apresentam algumas

características de maturação, tais como: talo esbranquiçado, perda de pilosidade, a folha se quebra fácil no caule, presença de manchas necróticas nas folhas e cor verde pálida.

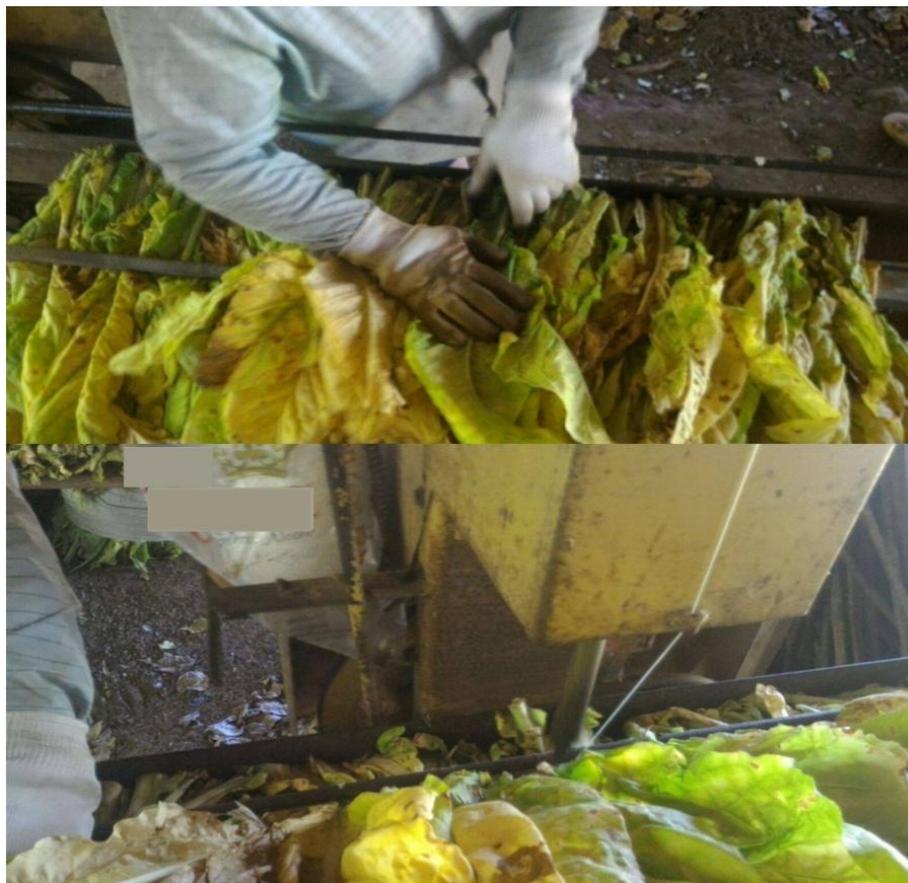
Na variedade Virginia a colheita acontece por sucessivas vezes (apanhadas), num cuidadoso trabalho manual que começa nas folhas inferiores (bachera) e vai até as superiores (ponteira). A colheita é realizada com intensivo trabalho manual, indo desde a coleta das folhas, que são embaladas os feixes de fumo denominadas “mochilas”, as quais são feitas através da força braçal do agricultor e enroladas com sacos de adubos, facilitando o carregamento das mesmas (Figura 13). Posteriormente, as mochilas de fumo são transportadas por carroças até os galpões, onde são desembaladas e o fumo é costurado por máquinas elétricas (Figura 14).

Figura 13 - Mochilas usadas para carregar o fumo em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

Figura 14 - Máquina de costura do fumo em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Org: VIDAL, L. R.

Após a costura em varas, as folhas do fumo são acondicionadas em unidades de secagem denominadas de estufas, onde sofrem um processo de cura, ou seja, perda de água, mudança de cor e uma série de transformações bioquímicas. Estas transformações do processo de cura são essenciais para a característica de sabor específico às diferentes marcas de cigarros.

Nesse processo, após a secagem, o fumo é armazenado em galpões para posteriormente ser classificado, amarrado em maços e prensado. O tabaco é prensado em uma caixa de madeira, onde é amarrado com barbantes, em torno de 5 barbantes, formando os fardos (Figura 15 e 16). Por fim os fardos são etiquetados, cujas etiquetas contêm: nome do produtor, a classe do tabaco e o peso do fardo. Normalmente, cada fardo de fumo pesa entre 55 a 65 kg, peso padrão estabelecido pelas empresas (PAULI et al., 2011).

Figura 15 - Prensa de fumo utilizada para fazer os fardos em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

Figura 16 - Fardos de fumo em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

3.3.5 Comercialização

As empresas Fumageiras são responsáveis pelo recebimento e compra do produto. Os produtores comercializam o tabaco em fardos como mostrado na Figura 16, anterior.

O preço pago ao produtor é decorrente da classificação estabelecida pelo técnico da empresa fumageira. Para tal, leva em consideração as seguintes características: classe do fumo, posição da folha na planta, cor e qualidade.

Na comercialização são descontados todos os insumos e equipamentos adquiridos pelo agricultor durante o processo produtivo da cultura. Desta forma, a indústria financia a produção e determina o valor pago ao produto. Assim, todos os custos da produção são de responsabilidade do agricultor, cuja única garantia da indústria é a compra do produto.

3.4 AGRICULTURA FAMILIAR

No período colonial, durante o século XVI no nordeste brasileiro deu-se os primeiros indícios da agricultura familiar no país. Neste período, se iniciam os primeiros núcleos de ocupação do território com a instalação dos Governos Gerais e sucessivas tentativas de organização político-administrativa e econômica.

A agricultura familiar no Brasil apresenta caráter regional. Desencadeada pela extrema pobreza dos grupos que viviam isolados ao lado da grande propriedade monocultora. Às margens dos rios construam suas casas e cultivavam os produtos alimentícios ou de subsistência. Em épocas de crise da grande propriedade, estes “sitiantes”, em alguns casos, cultivavam as terras do grande proprietário e eram “protegidos” por seus senhores. Tal situação somente era modificada quando o crescimento da atividade canavieira atingia bons resultados (ALVES E LIMA, 2008).

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a agricultura familiar tem como mão de obra essencial o núcleo familiar e o cultivo da terra é realizado por pequenos proprietários rurais. A agricultura familiar gera 80% da ocupação da mão de obra no setor rural e responde no país por 7 de cada 10 empregos no campo, responde por cerca de 40% da produção agrícola, além de promover o emprego de práticas produtivas ecologicamente mais equilibradas, como

a diversificação de cultivo, menor uso de insumos industriais e a preservação do patrimônio genético. Atualmente, a maior parte dos alimentos que abastecem o mercado interno, ou seja, os alimentos que chegam a mesa dos brasileiros provêm das pequenas propriedades.

A agricultura familiar é constituída por pequenos e médios produtores e, representam a maioria de produtores rurais no país. Aproximadamente 4 milhões de estabelecimentos que detém 30% das terras e respondem por 40% da produção brasileira. Alguns produtos básicos como o feijão, arroz, milho, hortaliças, mandiocas e pequenos animais, são produzidos pela agricultura familiar representando 60% do total da produção. No geral, são agricultores com baixa escolaridade e diversificam os produtos cultivados para diluir custos, aumentar a renda e aproveitar as oportunidades da disponibilidade de mão de obra (KNOB, 2006).

Segundo o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA, 1995), a Agricultura Familiar pode ser definida a partir de três características centrais:

- a) A gestão da unidade produtiva e os investimentos nela realizados são feitos por indivíduos que mantêm entre si laços de sangue ou de casamento;
- b) A maior parte do trabalho é igualmente fornecida pelos membros da família;
- c) A propriedade dos meios de produção (embora nem sempre da terra) pertence à família e é em seu interior que se realiza sua transmissão em caso de falecimento ou de aposentadoria dos responsáveis pela unidade produtiva.

A definição e conceituação de agricultura familiar possuem algumas variáveis específicas, que demonstram características fundamentais como a extensão dos estabelecimentos, mão de obra, gerenciamento e trabalho desenvolvidos pelos membros da família.

A agricultura familiar caracteriza-se pelo controle da família sobre os meios de produção bem como a sua responsabilidade pela efetivação do trabalho. Assim, Lamarche (1993), define exploração familiar como uma unidade de produção agrícola onde propriedade e trabalho estão intimamente ligados à família. A interdependência desses três fatores no funcionamento da exploração engendra necessariamente noções mais abstratas e complexas, tais como a transmissão do patrimônio e a reprodução da exploração.

Desta maneira, a propriedade familiar é considerada como um imóvel rural, que diretamente é explorado pelo agricultor e sua família, absorvendo toda a sua força de trabalho, garantindo a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e, quando necessário, conta com ajuda de terceiros (BLUM, 2001).

3.5 AGRICULTURA DE PRECISÃO

A Agricultura de Precisão surgiu no Brasil na década de 1990, com o objetivo principal de otimizar os custos nas lavouras e aumentar a produção e seu rendimento. A necessidade de se estudar e aperfeiçoar essa técnica decorre da grande demanda alimentícia exigida pela população e de fatores econômicos. Desta forma, os investimentos dos produtores rurais e dos pesquisadores nas áreas de geotecnologia permitem maiores rendimentos e lucros em suas lavouras, trazendo com isso a evolução da agricultura de precisão.

A Agricultura de Precisão é a tecnologia que tem por objetivo aumentar a eficiência, com base no manejo diferenciado de áreas na agricultura. Não tem por finalidade simplesmente aplicar tratamentos que variam de local para local, porém, ela deve ser considerada com a habilidade em monitorar e acessar a atividade agrícola, precisamente em um nível local, tanto que as técnicas de agricultura de precisão devem ser compreendidas como uma forma de manejo sustentável, na qual as mudanças ocorrem sem prejuízos para as reservas naturais, ao mesmo tempo em que os danos ao meio ambiente são minimizados. Além de útil, a agricultura de precisão, engloba a idéia de compromisso no uso da terra, relativamente às gerações futuras. Um manejo sustentável implica algo mais além da manutenção dos índices de produtividade (MANTOVANI et al., 1998).

Para Pierce e Nowak (1999), a Agricultura de Precisão é a aplicação de princípios e tecnologias para manejar a variabilidade espacial e temporal, associada com todos os aspectos da produção agrícola, com o objetivo de aumentar a produtividade na agricultura e a qualidade ambiental.

Para Amado e Giotto (2009), pode ser definida como o gerenciamento localizado de plantas, animais e do solo, visando maior rentabilidade, rendimento econômico e preservação do meio através do uso localizado de fertilizantes em

função da variabilidade espacial, nos permitindo aplicar a quantidade de fertilizantes no local e hora certa de acordo com a necessidade específica da área.

Entre os principais objetivos da Agricultura de Precisão, destaca-se: maximizar os resultados econômicos, almejando o aumento de produtividade, pela correção de fatores que contribuem para sua variabilidade, utilizando-se de um menor consumo de insumos; otimizar os recursos naturais, preservando o meio ambiente, onde as culturas deixam de receber um tratamento uniforme e passam a receber um tratamento variável (preparo do solo, correção de fertilidade e pulverização), ou seja, fertilizantes e agrotóxicos serão aplicados de maneira localizada, em quantidades variáveis, buscando reduzir o impacto ambiental, causado pelo excesso de insumos utilizados; controlar e rastrear o trabalho, possibilitando eventuais reparos nos manejos aplicados no campo e ganhos agregados à produção. Assim, a Agricultura de Precisão baseia-se em um novo conceito de gerenciamento agrícola, que modifica as antigas técnicas, introduzindo novos instrumentos e ferramentas (GIOTTO et al, 2013).

Segundo Costa e Guilhoto (2012), o principal benefício da Agricultura de Precisão refere-se ao uso eficiente dos insumos agrícolas, podendo ter outros benefícios como a redução de custo devido a menor utilização de insumos, menor poluição da água e aumento da produtividade pelo uso mais eficiente de insumos.

Segundo Capelli (1999) Agricultura de Precisão tem por vantagem possibilitar um melhor conhecimento do campo de produção, permitindo, desta forma, à tomada de decisões fundamentadas nas necessidades da área. Com isto, tem-se uma maior capacidade e flexibilidade para a distribuição dos insumos nesta área e no tempo mais necessário, minimizando os custos de produção. A uniformidade na produtividade é alcançada pela correção dos fatores que contribuem para sua variabilidade obtendo-se, com isto, um aumento global da produtividade. A aplicação localizada dos insumos necessários para sustentar uma alta produtividade contribui com a conservação do ambiente, já que estes insumos são aplicados somente nos locais, quantidades e no tempo necessário.

A Agricultura de Precisão vem atuando em diversas frentes, como análise do solo, aplicação de fertilizantes e corretivos em taxas variáveis, colheita com sensores de produtividade, aplicação localizada de defensivos agrícolas e acompanhamento de lavoura para mapeamento de pragas e doenças. Através dessas e outras etapas permitem aplicar com exatidão os recursos necessários, de

forma a reduzir as perdas e minimizar os efeitos ao meio ambiente, e maximizar a produção (PINELLI, 2015).

Seguindo as ideias de Pinelli (2015), nos últimos anos vem crescendo o uso das técnicas advindas da Agricultura de Precisão, ou seja, a prática agrícola que reúne tecnologia para tornar as atividades da lavoura mais precisas, automatizadas e independentes. Diversas ferramentas são usadas e entre elas, a tecnologia da informação com intuito de fazer um mapeamento detalhado de determinada área, avaliando o clima, solo e outras variáveis que influenciam no rendimento do cultivo. A partir desta análise pode-se fazer um diagnóstico das necessidades específicas e determinar as melhores alternativas, sempre buscando respeitar as características singulares de cada região.

3.5.1 Sistema de Posicionamento Global (GPS)

Os componentes atuais dos Sistemas de Navegação Global por Satélites (GNSS) de alcance global são Global Positioning System (GPS), que é dos Estados Unidos e se encontra em plena operação, e o Global'naya Navigatsionnay Sputnikovaya Sistema (Glonass), da Rússia, que passou recentemente por intenso esforço de retomada de lançamento de satélites para recompor sua constelação e também está em plena operação (MOLIN et al, 2015).

Em 1993 com a disponibilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS) para uso civil, houve um aumento no número de pesquisas voltadas para a Agricultura de Precisão (QUEIROZ et.al., 2000).

O GPS é um sistema de navegação por satélite com um aparelho móvel que envia informações sobre a posição de algo em qualquer horário e em qualquer condição climática. Foi criado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (EUA), sendo constituído por vinte e sete satélites espaciais (Vinte e quatro em uso e três reservas). O sinal do equipamento nos fornece a posição espacial (latitude e longitude) de um ponto sobre a superfície terrestre em um referencial tridimensional. Com o surgimento desta tecnologia tornou-se fundamental para a aplicação do conceito de Agricultura de Precisão, passando a ser possível realizar o mapeamento da produção e aplicação localizada de insumos à taxa variável (GIOTTO et al.; 2013).

Conforme Santi (2013) as técnicas de Agricultura de Precisão permitem a integração de tecnologias de Posicionamento Global (GPS), com o conhecimento técnico já existente, podendo, desta forma, gerenciar detalhadamente cada unidade de produção de uma propriedade. Ressalta-se, ainda, que sem um olhar criterioso das informações não se pode identificar as diferenças dentro de um mesmo talhão o que leva a acreditar que não há variabilidade de produção ou de fertilidade.

A localização no campo é expressa em coordenadas geográficas ou planas, e pode ser determinada com o auxílio de um GPS. Por exemplo, para ligar a aplicação por taxa variável à fertilidade com intenção de obter um mapa de aplicação de fertilizantes georreferenciado, o operador deve conhecer a localização geográfica do campo e o mapa de localização simultaneamente. Com o mapa de localização o operador pode identificar a razão de aplicação correta para a correta posição no campo.

3.5.2 Aplicação a taxa variável

A aplicação por taxa variável é um termo utilizado para fornecer uma precisão com a habilidade de aceitar a informação pertinente à variabilidade dentro do campo e planejar operações de manejo para melhorar o potencial de um campo. Assim, a aplicação por taxa variável pode ser contextualizada como a localização no campo de áreas que necessitam de maior ou menor quantidade de insumos (DAINESE, 2002).

O estudo da variabilidade espacial dos atributos químicos do solo tem a sua principal importância atribuída à aplicação de fertilizantes e corretivos em taxas variáveis (SILVA et al. ,2007).

A aplicação em taxa variável baseia-se no uso de mapas elaborados por meios eletrônicos que relacionam a posição da máquina² no campo (latitude e longitude) e a quantidade de insumos a ser aplicada naquele local específico (volume por unidade de área ou peso por unidade de área) (QUEIROZ et al.2000).

Constatada a presença de variabilidade nos atributos químicos do solo e na produtividade, faz-se necessário racionalizar a aplicação dos fertilizantes e corretivos

² A máquina refere-se ao tipo de equipamento técnico utilizado para a aplicação do insumo

utilizando a taxa variável. Na prática, a aplicação deve ser conduzida primando por quantidades que proporcionam maior produtividade, mas nunca esquecendo o aspecto ambiental e o econômico (MANTOVANI, 2000).

Segundo Beraldo (2004) para se alcançar altas produtividades agrícolas, é preciso identificar os fatores de produção que limitam o crescimento das plantas. Assim, com o uso da ferramenta de Mapeamento de Solo georreferenciado podem-se localizar as áreas com deficiência de atributos químicos e corrigi-los através de mapas de correção à taxa variável, sendo mais coerente que as adubações fixas realizadas pela média, de forma a favorecer e potencializar a produtividade e racionalizar o uso de fertilizantes.

Do ponto de vista econômico, as aplicações localizadas permitem um melhor investimento em insumos nas áreas com maior potencial de rendimento, garantindo a possibilidade de maior retorno econômico. Considerando os aspectos ambientais, a racionalização e/ou redução do uso de fertilizantes pode ser considerada como o principal benefício da adoção da Agricultura de Precisão (PIRES et al., 2004).

3.5.3 Sistema de Informações Geográficas (SIG) aplicado a agricultura de precisão.

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) auxilia na análise das informações coletadas. Refere-se a um conjunto de programas, metodologias e planos de informações que integrados geram novas informações para a tomada de decisão e manejo das lavouras. As atividades podem ser apresentadas como uma série de acontecimento que se sucede em determinada ordem, alimentada a partir dos resultados obtidos nos ciclos anteriores, e posteriormente corrigidas e explicadas através do SIG (COELHO, 2005).

A dinâmica e a complexidade das operações no setor agrícola requerem o controle e atualização constante de informações. Estas informações estão associadas às propriedades agrícolas e suas particularidades, cujos detalhes estão normalmente ligados, aos mapas das áreas, sua divisão em blocos e talhões, vias de acesso, relevo, tipos de solo e uso da terra. Do manuseio e controle de tal volume de dados depende o gerenciamento agrícola, que, por sua vez, deixará de ser

eficiente se estes dados não se apresentarem de forma integrada, atualizada e de fácil interpretação (ROCHA, 1996)

Lamparelli et al. (2001), define o Sistema de Informação Geográfica (SIG) como um sistema que engloba programas, procedimentos e módulos ou subsistemas integrados e projetados para dar suporte ao armazenamento, processamento, análise, modelagem e exibição de dados e /ou informações espacialmente referenciadas, constituídas numa única base de dados.

3.5.4 Geoestatística

A geoestatística é uma ferramenta importante para análise de dados, no âmbito da Agricultura de Precisão. Segundo Vieira (2000), o objetivo da geoestatística aplicada à Agricultura de Precisão é caracterizar a variabilidade espacial a fim de se identificar inter-relações desses atributos no espaço e no tempo, além de permitir estudar padrões de amostragem adequada.

Os interpoladores padrões para geração de Modelo Digital do Terreno (MDTs) no CR Campeiro são o inverso do Quadrado da Distância e o de Krigagem por interpolador linear. O que mais suaviza a variação do atributo no solo é por Krigagem.

Bourennane et al. (2004), relatam que técnicas geoestatísticas multivariadas como a Krigagem, conseguem fornecer medidas de interações quantitativas satisfatórias entre as propriedades do solo. Sendo útil para explicar as causas de variabilidade. Sendo assim, fica possível fazer um manejo localizado eficiente considerando a variabilidade espacial existente e possibilitando melhorar o desempenho da cultura implantada e evitando contaminar o meio ambiente. Esta técnica minimiza o erro associado a cada estimativa, possibilitando também a estimativa da variância amostral de cada ponto. Neste contexto, Valeriano & Prado (2001), relatam que a krigagem permite selecionar esquemas de amostragem que contemplem um mapeamento ótimo de variáveis espacializadas.

De acordo com Grego et al. (2014), na Agricultura de Precisão, a possibilidade de gerar mapas relacionados aos sistemas de produção agrícola, tem permitido a identificação de zonas homogêneas e conseqüentemente a aplicação de insumos e manejos localizados, auxiliando a tomada de decisão por parte do

produtor. Contudo, isto só é possível considerando a variabilidade espacial dos fatores envolvidos e a geoestatística é sabidamente uma ótima ferramenta para este fim.

Para avaliar a variabilidade horizontal de uma lavoura podemos fazer uso de dois critérios, que pode ser calculando o coeficiente de variação (CV) entre os valores encontrados nas amostras, ou usar tabelas de classificação que apresentem valores limites para as classes que se enquadram.

Segundo Warrick e Nielsen (1980), podemos classificar o coeficiente de variação (CV) entre os atributos do solo em baixo, médio e alto. Para o CV ser considerado baixo tem que ser menor que 12%, para ser considerado médio o CV deve estar entre 12% e 62% e para ser considerado alto o CV deve ser maior que 62%.

Segundo Landim (1998), a utilização do CV possibilita medir a intensidade da amostragem e serve para mostrar a variabilidade existente em um talhão. Dessa forma devemos considerar que com a amplitude de variação dos nutrientes encontrados numa lavoura comercial existe uma grande possibilidade de resposta econômica para o produtor tanto em aumento de produtividade quanto na racionalização de insumos.

A agricultura convencional que não leva essas diferenças em conta para a tomada de decisão tanto numa fertilização, como em uma correção de solo, acaba em alguns locais do talhão subdimensionando e em outros locais superdimensionando a dosagem de insumos. O resultado disso é um desequilíbrio de nutrientes em relação a disponibilidade para as culturas. Haverá também reflexo na produtividade e possibilidade de haver contaminação do meio ambiente pelo excesso de algum nutriente no solo (SANTI, 2013)

3.5.5 Análise química do solo

A análise química é uma ferramenta que produtores, técnicos e pesquisadores dispõem para avaliar a fertilidade do solo e, a partir da necessidade nutricional das culturas, recomendar a correção com calcário ou adubação (SULEIMAN, 2012)

Para a manutenção de qualquer cultivo agrícola é importantíssimo à análise química do solo. Permite avaliar o grau de deficiência de nutrientes e orientar na determinação da quantidade necessária a ser aplicada nas práticas de adubação e correção, esses responsáveis por grande parte do aumento da produtividade (SILVA, 2009).

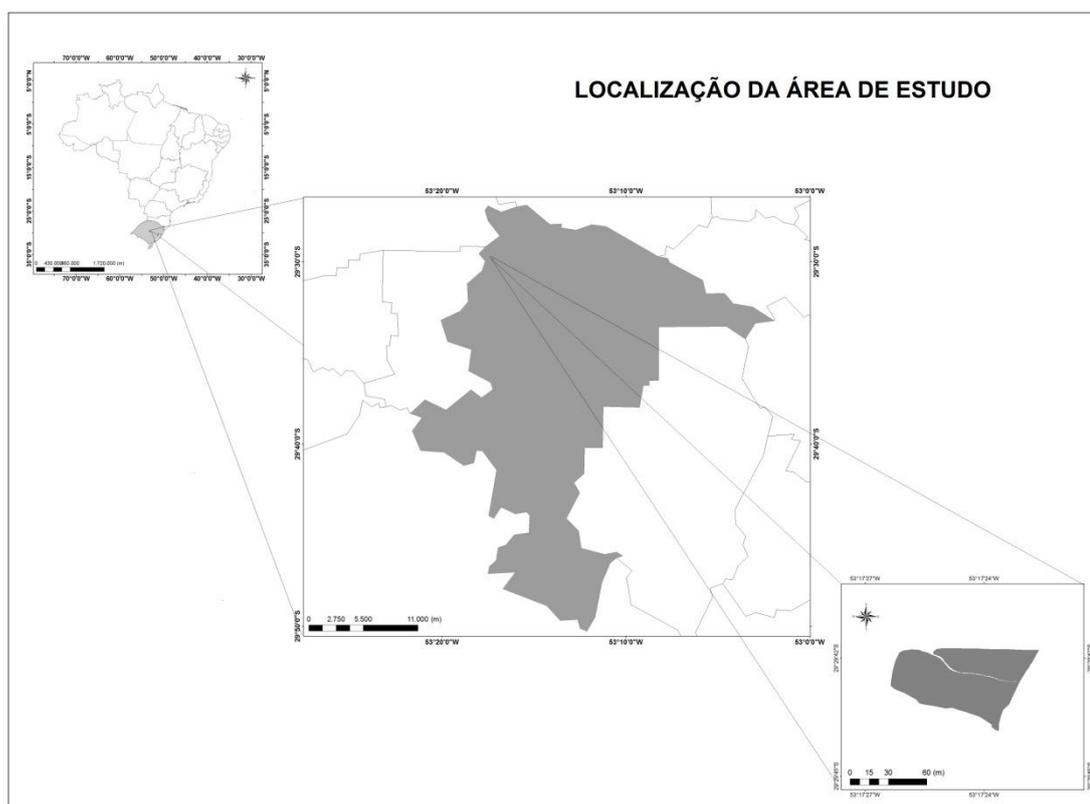
A finalidade da análise química do solo é determinar qual a quantidade de nutrientes que o solo será capaz de fornecer as plantas e qual a quantidade de adubo que deverá ser aplicado para se ter um bom rendimento da cultura. A análise do solo serve ainda para se verificar se há acidez superficial, a qual dificulta ou impede o crescimento das raízes, fazendo com que a cultura não aproveite adequadamente o adubo aplicado ou os elementos do próprio solo (CARNIERI et al., 2002).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se na localidade da Nova Boêmia, município de Agudo, região Central do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas de latitude - 29°29'42.57" e longitude - 53°17'24.40", numa altitude média de 96 metros, apresentando uma área de 0,4 hectares (Mapa 01).

Mapa 01 - Localização da área de estudo, em 2016.



Fonte: IBGE, 2016.

Org: VIDAL, L. R.

A área possui um relevo ondulado, com declividade média a moderada, onde predominam as coxilhas e com presença de Argissolos.

O clima da região é do tipo "Cfa2" (subtropical úmido), de acordo com a classificação climática de Köppen, com invernos frios e úmidos, frequentes geadas e

ocasionais quedas de granizo, especialmente decorrente do encontro de frentes frias. Os verões são quentes, com tendência a serem mais secos. Destaca-se que as médias normais de temperatura mais elevada ocorrem no mês de janeiro e as médias normais de temperatura mais baixa ocorrem no mês de junho.

Uma das maiores vantagens de realizar o projeto nesta propriedade foi poder contar com o apoio do grupo familiar nos registros de dados, os quais permitiram interferir no gerenciamento dos investimentos para a produção e principalmente, nas etapas que exigiram tomadas de decisão.

Além disso, destaca-se que a produtividade nessa lavoura estava diminuindo ano após ano, caracterizando a necessidade premente de se buscar respostas a esse processo através de pesquisa, o que gerou este estudo de caso.

4.2 ETAPAS DO TRABALHO

4.2.1 Análise do solo

Inicialmente, para a realização da amostragem de solo fez-se a definição do plano de amostragem e do número de amostras a coletar, com a finalidade de gerar a grade espacial dos pontos.

Para tal, foram consideradas as características locais da lavoura, como topografia, profundidade do solo, uso anterior da área, manejo da fertilidade, incluindo quantidades de fertilizantes e corretivos aplicados. Desta forma, através de um GPS de navegação foram realizados os arquivos vetoriais (obtenção das coordenadas de contorno das lavouras). Após a coleta dos pontos em todo o contorno da lavoura realizou-se a transferência das coordenadas geográficas para um computador de cada um dos pontos coletados. O GPS utilizado na coleta das informações foi o GPS Garmin eTrex, como mostra a Figura 17 a seguir.

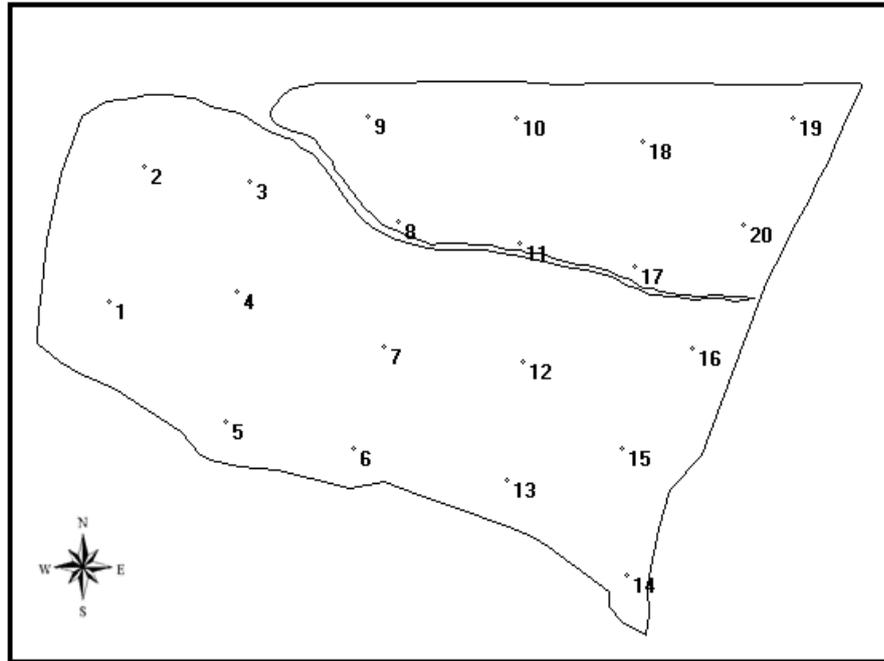
Figura 17 - GPS Garmin eTrex utilizado na coleta dos dados em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

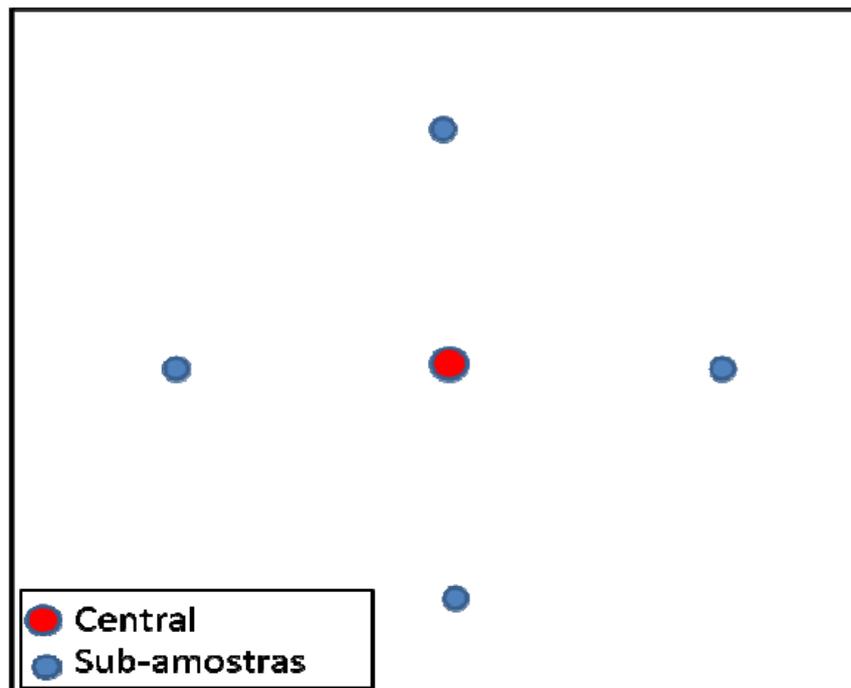
A partir disso delimitou-se a área (0,4 ha) e definiu-se o grid amostral para a elaboração da malha de amostragem de solo. Como o objetivo era obter um melhor detalhamento da área optou-se por um grid menor, com maior frequência de amostras de solos (Mapa 02), pois quanto menor o grid maior será o número de amostras, portanto, será maior o detalhamento e, conseqüentemente, maior a eficiência da técnica. Com isso, foi definido um grid de 0,02 ha totalizando 20 amostras dentro do talhão, para cada amostra foram feitas cinco subamostras. A primeira subamostragem foi realizada na coordenada central do nó da grade, as outras quatro a uma distância de 3 metros em forma de cruz da primeira nas direções: norte, sul, leste e oeste como mostram as Figuras 18 e 19.

Mapa 02 - Grid (Malha de amostragem de solo) em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

Figura 18 - Amostragem do solo com localização do ponto central e das sub-amostras coletadas em 2015.



Fonte: Esquema da metodologia de amostragem e solo, 1 ponto central e mais 4 sub-amostras coletadas segundo Padrão Drakkar Solos Consultoria.
Org: VIDAL, L. R.

Figura 19 - Amostragem do solo com localização do ponto central e das subamostras coletadas realizado no campo, em 2015.



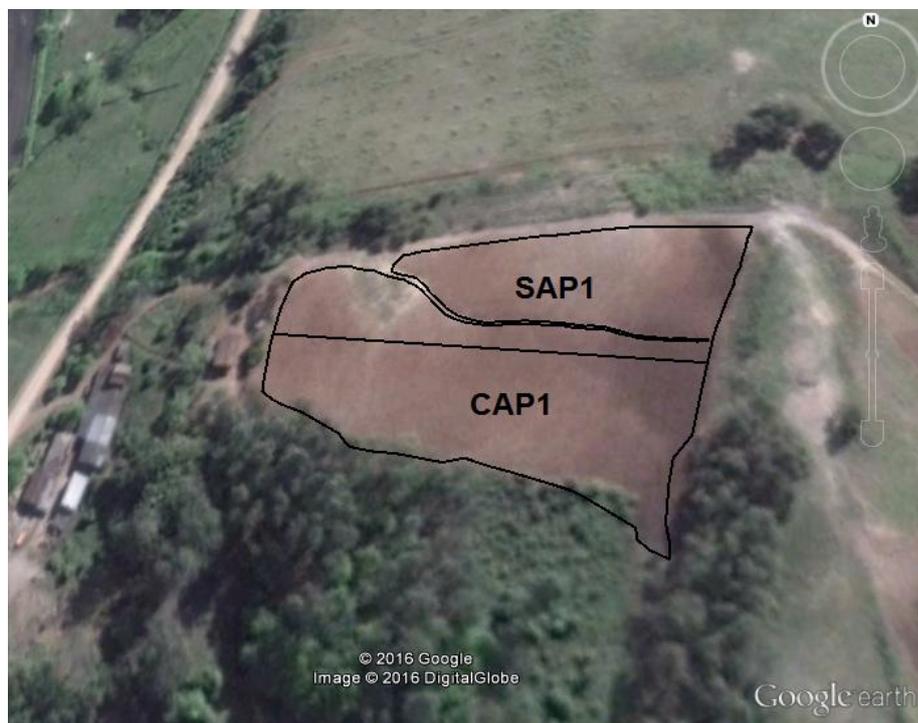
Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Org: VIDAL, L. R.

A coleta do solo foi feita a uma profundidade de 0 a 20 cm conforme a Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. Na instalação do sistema plantio direto a partir de lavouras de preparo convencional ou de campo natural com revolvimento do solo, deve-se coletar as amostras na camada de 0 a 20 cm de profundidade (COMISSÃO, 2004). A profundidade de amostragem é determinada principalmente pela camada de solo ocupada pela maior densidade de raízes e características do perfil de solo natural ou modificado pelo manejo.

A área de estudo foi dividida em duas partes para análise, totalizando 0,2 ha cada uma, como mostra a Figura 20 a seguir, as quais foram determinadas como: Com Agricultura de Precisão (CAP1) e Sem Agricultura de Precisão (SAP1), com o objetivo de avaliar a variabilidade do solo.

Figura 20 – Imagem da área de estudo Com Agricultura de Precisão (CAP1) e Sem Agricultura de Precisão (SAP1), em 2015.



Fonte: Google Earth, 2015.

Org: VIDAL, L. R.

A coleta do solo foi feita manualmente, através de uma cavadeira adaptada, espátula e balde (Figura 21). As amostras simples foram reunidas em um balde limpo e bem misturadas, formando uma amostra composta. Após a homogeneização foram retiradas 500g de solo e acondicionadas em sacos plásticos identificados pelo número correspondente da área, entre outras especificações e, analisadas quimicamente pelo Laboratório de Análises de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), credenciado pela Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo (ROLAS). Os atributos quantificados foram os seguintes: Textura, Percentual de Argila, pH em água, índice SMP, Fósforo, Potássio, Matéria Orgânica, Alumínio, Cálcio, Magnésio, H+Al, CTC efetiva, CTCpH7, Saturação de Alumínio e Saturação de Bases.

Figura 21 – Amostragem do solo em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

4.2.2 Tratamento dos dados e geração de mapas

Os resultados analíticos das amostras de solo foram utilizados para a geração dos mapas de atributos do solo, dentre os quais destacam-se: Argila (Ar), Potencial de Hidrogênio (pH), Fósforo (P), Potássio (K), Matéria Orgânica (MO), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Capacidade de Troca de Cátions (CTC), Saturação por Bases, Saturação por Alumínio, Saturação de Potássio, com a utilização do Sistema CR Campeiro 7 (Figura 22A.) com um raio de alcance 30m e quadriculas de 0,5 x 0,5m. Com dos resultados das análises químicas obteve-se os dados numéricos dos valores dos atributos de fertilidade em cada um dos pontos georreferenciados da lavoura.

A partir dos dados de fertilidade foram gerados os mapas de prescrição para a aplicação em taxa variável pelo programa Spatial Management System™ (SMS)

(Figura 22B). Os mapas de aplicação utilizados são: correção de Fósforo e Potássio na área destinada em Agricultura de Precisão.

Figura 22 - Imagem dos softwares utilizados no trabalho em 2016.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

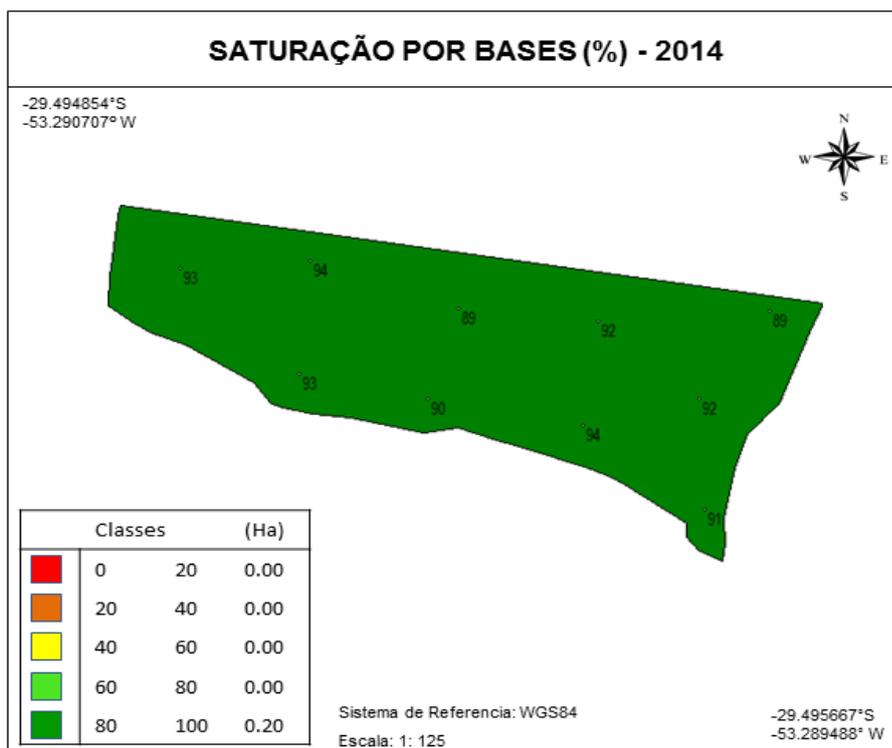
Org: VIDAL, L. R.

4.2.3 Recomendação de correção de acidez do solo

A Comissão (2004) utiliza como base para tomada da necessidade de calagem, corrigir a acidez do solo quando um dos critérios for atendido: o pH em água for inferior a 5,5 ou a Saturação por Bases inferior a 65%. Para a cultura do fumo é indicado adicionar a quantidade de calcário pelo índice SMP para o solo atingir pH 6,0. A quantidade de calcário estimado pelo índice SMP, em que 1 SMP é equivalente à dose de calcário para atingir o $\text{pH}_{\text{água}}$ do solo desejado na camada de 0 a 20 cm, calculada para calcário com PRNT 100%.

Em situações em que a Saturação por Bases for maior que 80%, a Comissão (2004) sugere não aplicar calcário. Assim, a recomendação de calagem foi realizada em função do atributo de Saturação por Bases, conforme os resultados dos parâmetros químicos do solo (Mapa 03).

Mapa 03 - Saturação por Base na área CAP1 em 2014.



Fonte: Dados de trabalho de campo em 2014.

Org: VIDAL, L. R.

Conforme a Saturação por Bases observa-se que na área CAP1 temos valores maiores que 65%, chegando a ser superior a 80%, por este motivo não foi aplicado calcário para a correção da área.

4.2.4 Recomendação de correção de Fósforo (P)

O Fósforo é considerado um elemento essencial para a divisão celular e o metabolismo vegetal, estando intimamente ligado a fotossíntese, atuando na síntese das proteínas e na promoção da maturação, que está relacionada ao aumento de carboidratos (LIBUY, 2006).

Desta forma, salienta-se que o Fósforo acelera a maturação das folhas de tabaco, além de melhorar a cor e estar diretamente relacionado com os níveis de açúcar. A deficiência do Fósforo, por sua vez, retarda a maturação, além de estar

relacionada à amputação foliar (WHITEY et al., 1966; LEGGETT et al., 1971; MERKER, 1959 apud LIBUY, 2006).

A recomendação de Fósforo, segundo a Comissão (2004) é feita conforme a classificação do teor de Argila, a qual se encontra na classe 4 usa-se as seguintes interpretações conforme a Tabela 01.

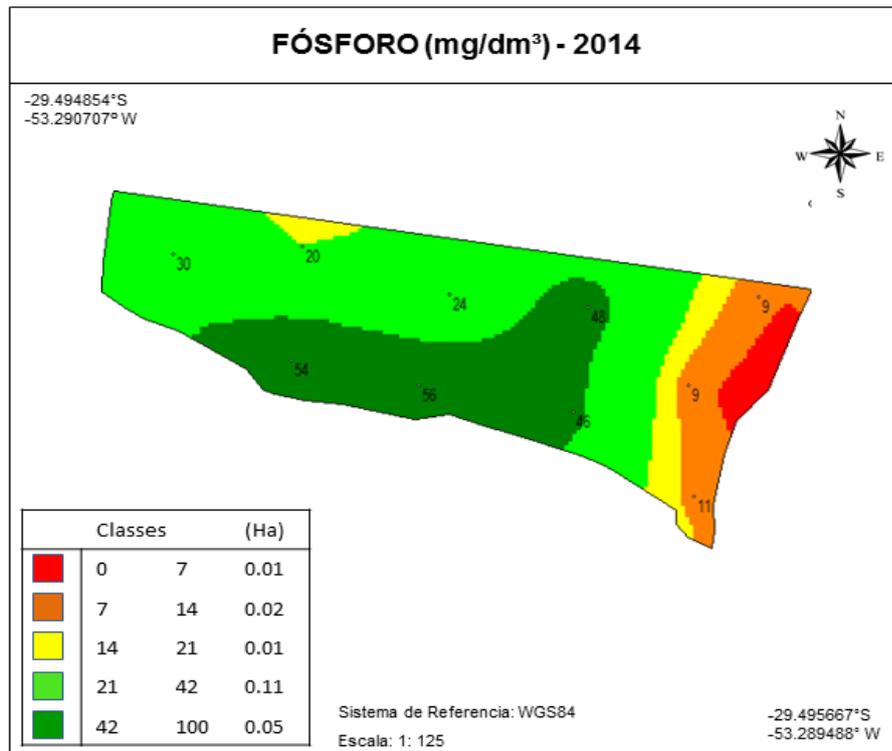
Tabela 01 – Interpretação da análise de Fósforo (P) para fins de recomendação de adubação fosfatada

Interpretação do teor de P no solo	P extraído Mehlich (mg/dm ³)
Muito Baixo	≤ 7
Baixo	7,1 a 14
Médio	14,1 a 21
Alto	21,1 a 42
Muito Alto	≥ 42

Fonte: COMISSÃO (2004).

No Mapa 04, apresenta-se a fertilidade de Fósforo, onde pode-se observar a variabilidade do atributo, que serviu de parâmetro para a geração do mapa de correção de Fósforo com SFT (superfosfato triplo).

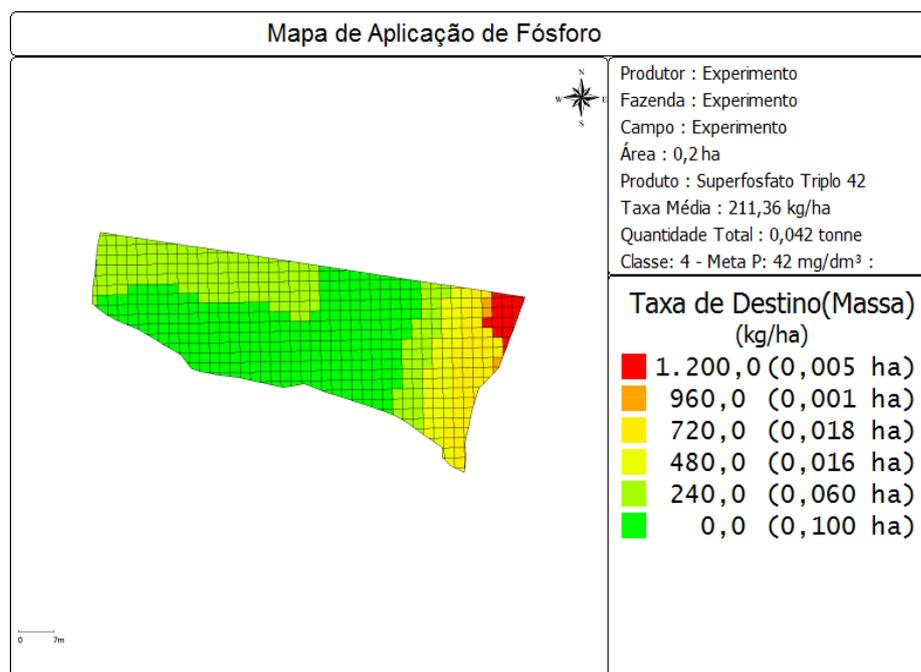
Mapa 04 - Fertilidade de Fósforo (CAP1) em 2014.



Fonte: Dados de trabalho de campo em 2014.
Org: VIDAL, L. R.

No Mapa 05, tem-se a aplicação de Fósforo da área gerado para os níveis alcançar a meta de 42 mg dm⁻³ no solo, aplicado na área destinada a Agricultura de Precisão (CAP1), o que corresponde a mediana da classe alta de interpretação deste nutriente conforme a Comissão (2004).

Mapa 05 – Aplicação à taxa variável de Fósforo em 2015.



Fonte: Dados de trabalho de campo em 2015.

Org: VIDAL, L. R.

Para Correção do solo foi utilizado na área de CAP1 uma taxa média de 211,36 kg/ha (\cong 42,3 kg) de Super fosfato Triplo, na formula 00-46-00.

4.2.5 Recomendação de correção de Potássio (K)

Solos com níveis adequados de Potássio são fundamentais para se obter um alto padrão de qualidade associado a elevadas produções. O Potássio possui a maior taxa de absorção entre os fertilizantes aplicados no solo para o cultivo convencional de tabaco (COLLINS; HAWKS, 2011).

A fertilização com Potássio aumenta o rendimento do tabaco, porém seu efeito mais significativo relaciona-se a qualidade do produto. As adubações potássicas influem na qualidade do tabaco curado, contribuindo no aumento de seu peso e na melhoria de características essenciais como a cor, a textura, a combustibilidade e a higroscopicidade da folha (BOWLING; BOWMAN, 1947).

A recomendação de Potássio normalmente é realizada pelo nível do nutriente no solo, conforme as classes de CTC (Tabela 02). Em decorrência da CTC e Potássio serem considerados altos, trabalhou-se com a Saturação de Potássio.

Tabela 02 - Interpretação da análise de Potássio (K) para fins de recomendação de adubação potássica, através do Método de Mehlich1.

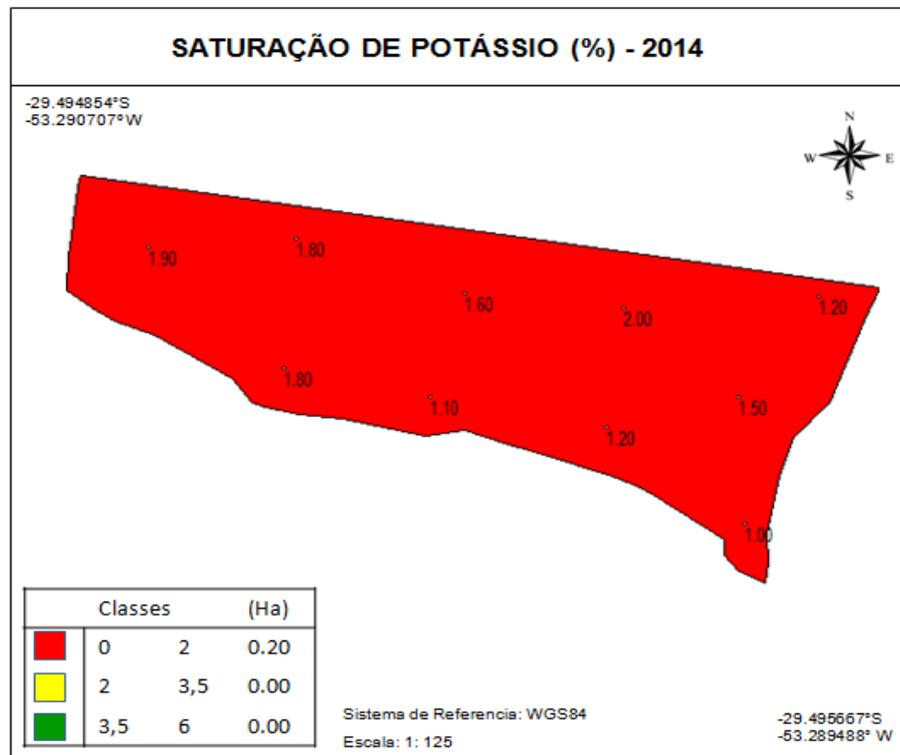
Interpretação do teor de K no solo	CTC pH 7 – cmolc/dm ³		
	< 5	5-15	>15
	----- K – Mg/dm ³ -----		
Baixo	≤ 30	≤ 40	≤ 60
Médio	31 a 45	41 a 60	61 a 90
Alto	46 a 90	61 a 120	91 a 180
Muito Alto	> 90	> 120	> 180

Fonte: COMISSÃO (2004).

Porém como na área do experimento os níveis de Potássio estão acima do nível crítico Alto, e a cultura do Fumo necessita de altos níveis de Potássio, utilizou-se a metodologia das áreas de várzea com a Saturação de Potássio conforme (ANGHINONI, et al., 2013), o nível de saturação adequado para o desenvolvimento e alcançar altas produtividades é de 2 a 3,5% de K na saturação total a pH₇. Utilizando Saturação de Potássio até 3,0% de saturação, utilizando 9 kg de K₂O para elevar 0,1 % de K na saturação (ACOSTA et al., 2010).

A seguir tem-se os mapas de Saturação de Potássio (Mapa 06), que serviram de referência para a geração dos mapas de aplicação.

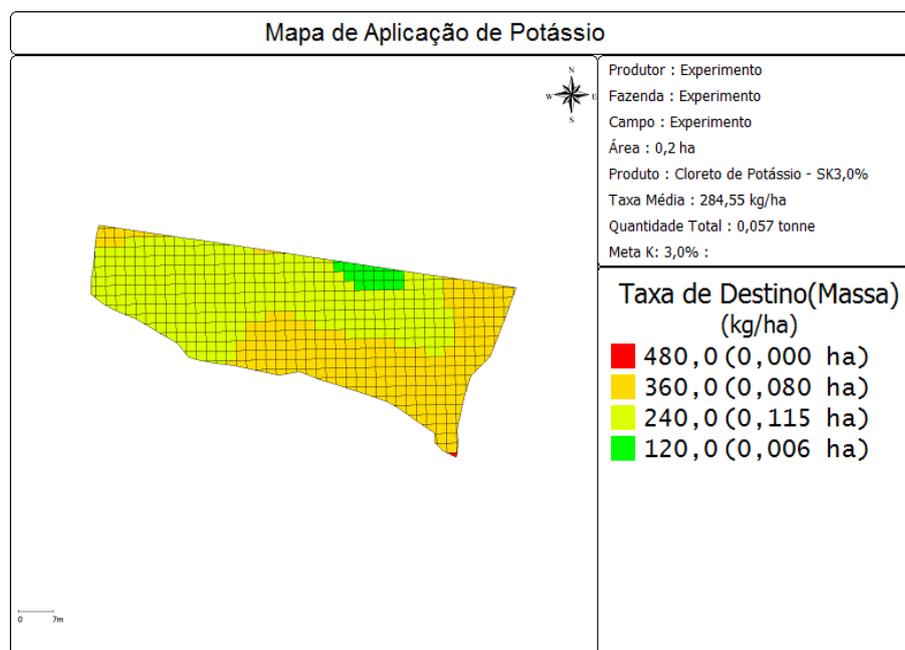
Mapa 06 – Saturação de Potássio na área CAP1 em 2014.



Fonte: Dado de trabalho de campo em 2014.
Org: VIDAL, L. R.

No Mapa 07, tem-se a aplicação de Potássio das áreas gerados para os níveis alcançar a meta de 3,0 % no solo de K na saturação total a pH₇, aplicado na área destinada a Agricultura de Precisão (CAP1).

Mapa 07 – Aplicação de Potássio em 2015.



Fonte: Dados de trabalho de campo em 2015.
Org: VIDAL, L. R.

Para Correção do solo foi utilizado na área de CAP1 uma taxa média de 284,55 Kg/ha (\cong 56,9 kg) de Cloreto de Potássio.

4.2.6 Aplicação dos insumos

Utilizou-se a aplicação de insumos com bases em zonas de manejo ou zonas de aplicação. Tal estratégia buscou contemplar e se adequar a realidade econômica e operacional do produtor, o qual não dispunha de nenhum equipamento para aplicação de fertilizantes em taxa variada.

As aplicações de Fósforo e Potássio foram feitas manualmente. Foram adotadas algumas técnicas para facilitar o trabalho. Com a ajuda do Aplicativo gratuito C7 MapaGeo (Figura 23), desenvolvido pelo Laboratório da Geomática da UFSM. Esse aplicativo foi desenvolvido para a plataforma Android, que utilizando a API do Google Maps, permite a sobreposição georreferenciada de mapas digitais de fertilidade, NDVI, rendimento e de aplicação a taxa variada, sobre imagens do Gmaps. A partir da localização de um ponto qualquer, seja pelo GPS ou por um

clique sobre o mapa ou a imagem do local, possibilita identificar numericamente o valor atributo da variável de solo ou planta naquele ponto (CRCAMPEIRO, 2015).

Figura 23 - Aplicativo C7 MapaGeo em 2015.



Fonte: CR Campeiro (2015).
Org: VIDAL, L. R.

Através desse aplicativo conseguiu-se delimitar zonas de manejo dentro da propriedade e, conseqüentemente, aplicar os insumos em áreas demarcadas com estacas, como mostra a Figura 24.

Figura 24 - Demarcação por estacas em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Org: VIDAL, L. R.

Após a demarcação utilizou-se uma balança que o produtor dispunha para a pesagem dos fertilizantes, que foram aplicados conforme as quantidades estabelecidas pela recomendação atribuída (Figura 25 e 26).

Figura 25 – Aplicação dos adubos no solo em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

Figura 26 - Fertilizante no solo em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

4.2.7 Manejo de Adubação

A adubação padrão realizada pelo produtor na área total de 0,4 ha, foi recomendada pela empresa fumageira o qual o produtor está integrado, sendo realizada de igual maneira nas duas áreas CAP1(0,2 ha) e SAP1(0,2 ha).

Foram utilizados 750 kg/ha da formulação química 10-18-20 no plantio da cultura o que corresponde a 300 kg na área total do experimento.

Após o início do desenvolvimento foram realizadas adubações complementares em cobertura na cultura de 187,5 kg/ha (\cong 75 kg) de salitrão³ na formula química 15-04-15 na primeira cobertura, mais 375 kg/ha (\cong 150 kg) de salitre rosa na formulação química 15-00-15 na segunda cobertura e 187,5 kg/ha (\cong 75 kg) de salitre rosa na terceira cobertura.

4.2.8 Mapa de produtividade

Os dados que serviram para a elaboração do mapa de produtividade de fumo foram obtidos manualmente a partir das seguintes determinações: altura da planta, tamanho e largura das folhas, quantidades de folhas e peso das folhas secas. Adotou-se uma malha retangular de 40 pontos (Figura 27) de forma a configurar uma melhor distribuição espacial dos pontos na área. A demarcação da grade foi realizada por meio de pontos georreferenciados e localizados com GPS de navegação.

³ Um tipo de fertilizante químico utilizado pelos agricultores na cultura do fumo.

Figura 27 - Grade retangular de 40 pontos espacializados em 2014.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

Após a implantação da cultura foram fixadas estacas para a demarcação das plantas de fumo, os quais correspondiam às coordenadas de cada ponto amostral. Cada estaca foi identificada com um número (01 a 40) como mostra a Figura 28.

Figura 28 - Estacas elaboradas para marcar as plantas de fumo georreferenciadas em 2014.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

Com o GPS, a partir da grade amostral, foram identificadas as 40 plantas de fumo que correspondiam a cada coordenada para análise, o que pode se observado na Figura 29.

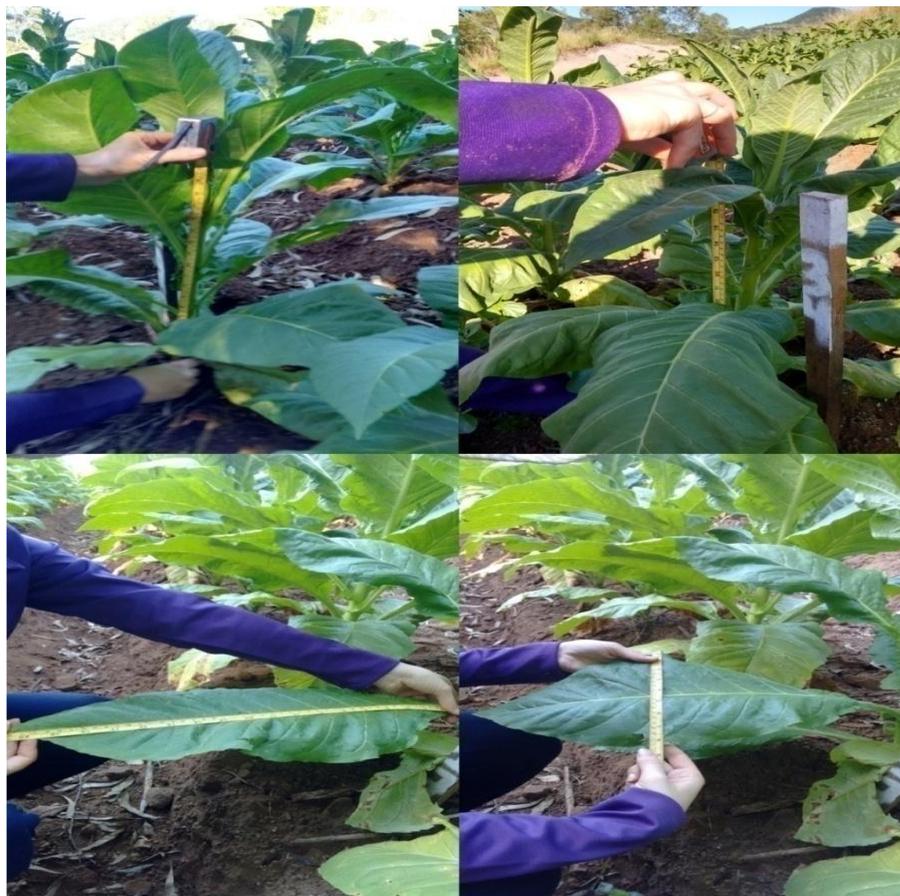
Figura 29 – Identificação dos pontos na lavoura.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

De 15 em 15 dias foram coletadas medidas das plantas em crescimento até o estágio final. Obteve-se as medidas das folhas, comprimento e largura e o tamanho da planta (Figura 30). A primeira colheita das folhas foi feita com aproximadamente noventa dias após o plantio e, posteriormente, a colheita se realizou normalmente de 15 em 15 dias, com exceção de períodos de chuva e falta de maturação ou excesso de maturação das folhas.

Figura 30 – Análise das plantas georreferenciadas em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

Nas 40 plantas monitoradas a colheita foi realizada sempre no dia anterior da colheita do restante da lavoura. Isto se deve a necessidade de realizar a colheita monitorando e organizando as referidas folhas pertencentes a cada planta monitorada. Assim, as folhas eram identificadas conforme a numeração atribuída anteriormente (Figura 31). Outro dado que cabe destaque é que para o processo da secagem e cura das folhas utilizou-se o método tradicional, manual, de costura. Para tal utilizou um cavalete, uma vara de madeira com um fio amarrado em uma das pontas, o qual serviu para fazer o enlace das folhas na vara. Este método é considerado tradicional neste tipo de atividade, uma vez que, antes de haver a máquina de costura movida a energia elétrica, este processo era realizado desta forma. Assim, cabe ressaltar também, que este método é considerado o mais eficiente em termos de desperdício da produção.

Figura 31 – Plantas de fumo colhidas separadamente em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.
Org: VIDAL, L. R.

A secagem das folhas nas varas ocorreu em um forno de secagem denominado “forno de estufa”, movido a queima de lenha. Destaca-se que a lenha utilizada na secagem é do tipo eucalipto, a qual normalmente é comprada pelo agricultor familiar, fazendo parte dos custos de produção. A secagem dura em torno de cinco dias aproximadamente. Neste processo é importante o cuidado com a temperatura da estufa, a qual deve ser adequada a cada parte da folha que será secada. Por exemplo, o primeiro fogo⁴ é para amarelar todas as folhas uniformemente. Assim, para cada parte da folha que deverá ser secada tem-se uma temperatura específica.

Após o processo de secagem estar pronto faz-se a retirada do fumo seco da estufa. Para tal, deixa-se a estufa totalmente aberta durante uma noite para fixar umidade nas folhas evitando-se a perda durante a transferência do fumo seco para o galpão onde será armazenado até o próximo processo da produção.

As varas de fumo são retiradas uma a uma da estufa. Após é retirado o fumo das varas. Na amostragem, a retirada do fumo da vara foi feita retirando o barbante

⁴ O primeiro fogo, assim denominado pelos agricultores familiares, é o processo de aquecimento da secagem do fumo e serve basicamente para amarelar uniformemente todas as folhas para posterior aquecimento maior da estufa.

que serviu para segurar as folhas nas varas, visto que foi feita através do processo manual de enlace. Posteriormente foi armazenado no galpão para futura classificação.

Para fim de organização e tabulação dos dados no armazenamento do fumo seco obedeceu-se o seguinte critério: todos os maços de folhas secas estavam numerados conforme a planta de fumo estabelecido anteriormente, que iam da numeração 01 a 40 plantas. Desta forma, após as seguidas colheitas e secagens, armazenou-se todo o fumo da planta número 01 junto e assim sucessivamente.

Após a última colheita foi realizada a pesagem da produção de cada planta de fumo. Para tal, foram utilizadas duas balanças: a primeira, denominada de balança de cozinha, com intuito de pesar maço por maço, contabilizando quilogramas e gramas; a segunda, balança utilizada pelos agricultores para pesagem dos fardos, a qual foi utilizada com intuito de pesar o total de fumo produzido. Este procedimento visa minimizar a possibilidade de erros na pesagem do fumo e para isso utilizou-se dois equipamentos disponíveis na agricultura familiar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 COMPARAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO NA ÁREA SAP1 E CAP1 NO ANO DE 2014 (ANO BASE).

A comparação do ano base realizou-se na área CAP1 e SAP1, a fim de verificar a homogeneidade da fertilidade do solo e seus componentes, bem como se as áreas pré-estabelecidas anteriormente na análise dos dados estatísticos dos elementos do solo apresentavam comportamentos parecidos ou díspares, podendo influenciar nos resultados finais tanto na fertilidade quanto na produtividade da lavoura.

Tabela 03 - Estatística descritiva com os valores mínimos, máximos, média, desvio padrão, e coeficiente de variação dos atributos de solo para o ano de 2014 na área SAP1 e CAP1 em Agudo – RS.

Elementos e Parâmetros ¹	SAP1 – 2014					CAP1 – 2014				
	Mín	Máx	Média	DP	CV%	Mín	Máx	Média	DP	CV%
Argila (%)	12,0	28,0	16,5	5,3	32	10,0	33,0	17,1	7,3	43
Ph	5,3	6,5	6,1	0,3	5	5,7	6,4	6,0	0,2	4
P (mg/dm ⁻³)	4,5	59,4	30,7	19,9	65	9,3	56,2	31,2	18,8	60
K (mg/dm ⁻³)	144,0	440,0	230,0	85,4	37	164,0	360,0	240,4	64,8	27
MOS (%)	0,8	1,7	1,2	0,3	24	0,8	1,8	1,2	0,3	24
Ca (cmol _c /dm ⁻³)	21,9	34,4	28,9	4,0	14	22,4	31,2	25,6	2,5	10
Mg (cmol _c /dm ⁻³)	7,2	15,2	12,0	2,4	20	9,3	13,0	11,4	1,3	11
CTC (cmol _c /dm ⁻³)	35,1	52,5	44,6	5,5	12	35,7	48,2	40,9	3,8	9
SB (%)	86,0	96,0	92,8	2,9	3	88,9	94,3	92,1	1,8	2
SA (%)	0,0	1,9	0,2	0,6	316	0,0	0,0	0,0	0,0	0
SK (%)	0,8	3,2	1,4	0,7	52	1,0	2,0	1,5	0,4	24

Fonte: Dados de trabalho de campo 2014.

Org: VIDAL, L. R.

Observando a Tabela 03, verifica-se que em todos os elementos do solo tem-se uma paridade de valores. Sendo assim, a área escolhida – CAP1 – não apresenta elementos, em termos significativos, que a tornem mais vantajosa que a

área SAP1. A escolha por este padrão de vetorização (divisão da lavoura) deve-se a opção de trabalhar em todos os perfis do terreno e tipos de solo.

5.2 COMPARAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO NOS ANOS DE 2014 E 2015 REFERENTES ÀS ÁREAS SAP1 E CAP1

5.2.1 Fósforo SAP1

Observando a Tabela 04, nota-se uma evolução nos níveis de Fósforo (P), pois o teor mínimo em 2014 encontrava-se em $4,5 \text{ mg dm}^{-3}$ aumentou para $11,2 \text{ mg dm}^{-3}$ que na classificação segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004), passa do nível baixo para o nível médio. Já a média subiu de $30,7 \text{ mg dm}^{-3}$ para $38,6 \text{ mg dm}^{-3}$ que na classificação permanece do nível alto, e o nível máximo passou de $59,4 \text{ mg dm}^{-3}$ para $99,5 \text{ mg dm}^{-3}$ permanecendo no nível muito alto. O coeficiente de variação (CV) da área em 2014 era 65% e aumentou para 68%, permanecendo na classificação alta. Em função disso, foi possível verificar que a variabilidade deste talhão aumentou devido a não intervenção em taxa variável. Podemos perceber isso quando observamos os mapas de fertilidade no Mapa 08.

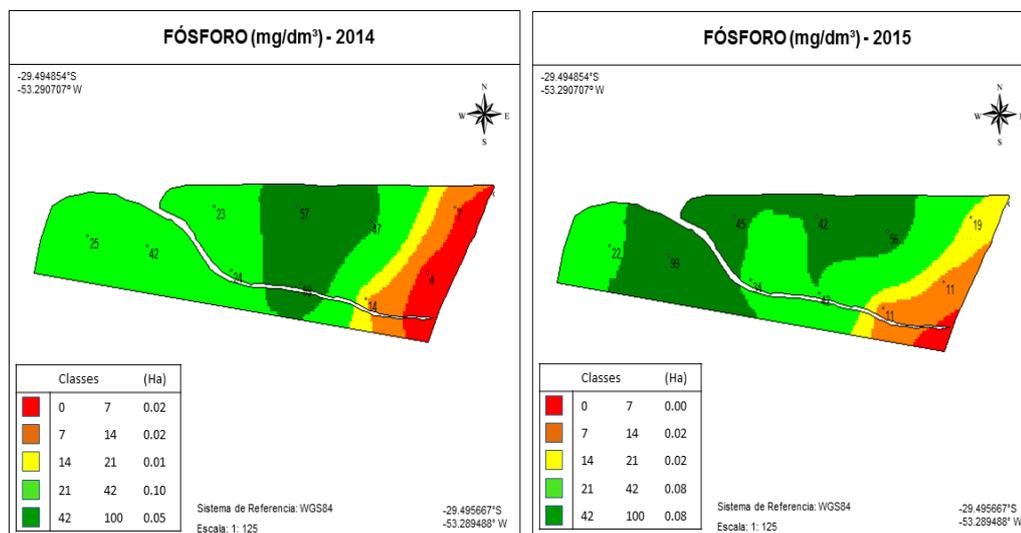
Tabela 04 - Comparativo entre os valores de Fósforo entre os anos de 2014 e 2015 na área SAP1.

Parâmetros SAP1		Mínimo	Máximo	Média	DP	CV%
P (2014)	mg dm^{-3}	4,5	59,4	30,7	19,9	65
P (2015)	mg dm^{-3}	11,2	99,5	38,6	26,2	68

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

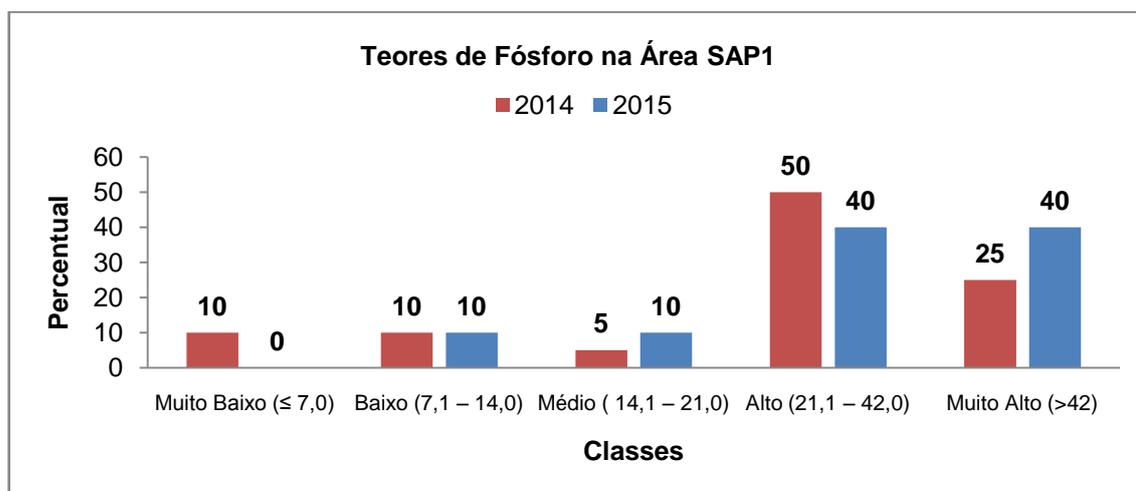
Mapa 08 - Teores de Fósforo SAP1 para os anos de 2014 e 2015 no município de Agudo – RS.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.
Org: VIDAL, L.R.

No Gráfico 03, tem-se a evolução dos níveis de Fósforo para a área SAP1, onde, em 2014 as classes estavam distribuídas em 10% muito baixo, 10% baixo, 5% médio, 50% altos e 25% muito alto. Já para 2015 os valores das classes são 0% muito baixo, 10% baixo, 10% médio, 40% alto e 40% muito alto. Com isso, pode-se observar que há um aumento nos níveis de Fósforo de forma geral, porém, ainda se mantém a variabilidade nas faixas de suficiência sendo consequência do uso de adubação em taxa fixa na área.

Gráfico 03 – Teores de Fósforo na Área SAP1 nos anos de 2014 e 2015.



Fonte: Dados de trabalho de campo 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L. R.

5.2.2 Fósforo CAP1

Observando a Tabela 05, nota-se uma evolução nos níveis de Fósforo, pois o teor mínimo em 2014 encontrava-se em $9,3 \text{ mg dm}^{-3}$ e aumentou para $12,6 \text{ mg dm}^{-3}$ que na classificação segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004), fica na classe baixo (Tabela 4). Já a média subiu de $31,2 \text{ mg dm}^{-3}$ para $55,6 \text{ mg dm}^{-3}$ que na classificação passa do nível alto para o nível muito alto, e o nível máximo passou de $56,2 \text{ mg dm}^{-3}$ para $78,1 \text{ mg dm}^{-3}$ permanecendo no nível muito alto. O Coeficiente de variação (CV) da área em 2014 era 60,4% e diminuiu para 46,2%, permanecendo na classificação média. Em função disso, foi possível verificar que a variabilidade deste talhão diminuiu com as intervenções em taxa variável e demonstrando que a adubação corretiva a taxa variável, otimizou a adubação e foi capaz de melhorar significativamente as zonas que eram carentes deste nutriente, aumentando a média e a disponibilidade do nutriente. Isso também pode ser percebido quando observamos os mapas de nutrientes no Mapa 09.

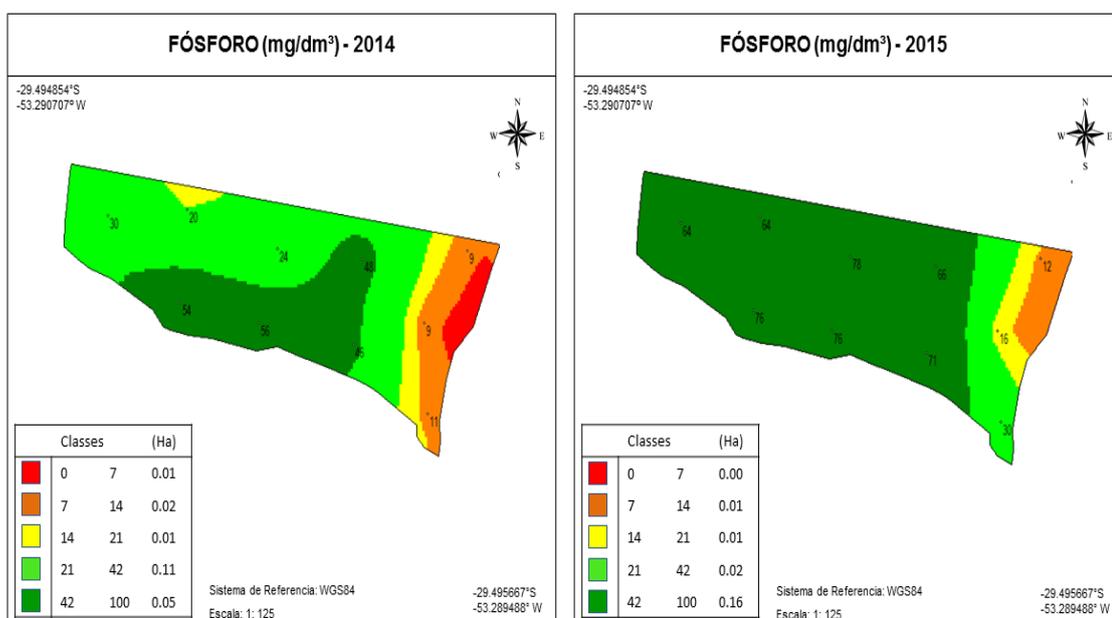
Tabela 05 - Comparativo entre os valores de Fósforo entre os anos de 2014 e 2015 na área CAP1.

Parâmetros CAP1		Mínimo	Máximo	Média	DP	CV%
P (2014)	mg dm ⁻³	9,3	56,2	31,2	18,8	60,4
P (2015)	mg dm ⁻³	12,6	78,1	55,6	25,7	46,2

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Mapa 09 - Teores de Fósforo CAP1 para os anos de 2014 e 2015 no município de Agudo – RS.



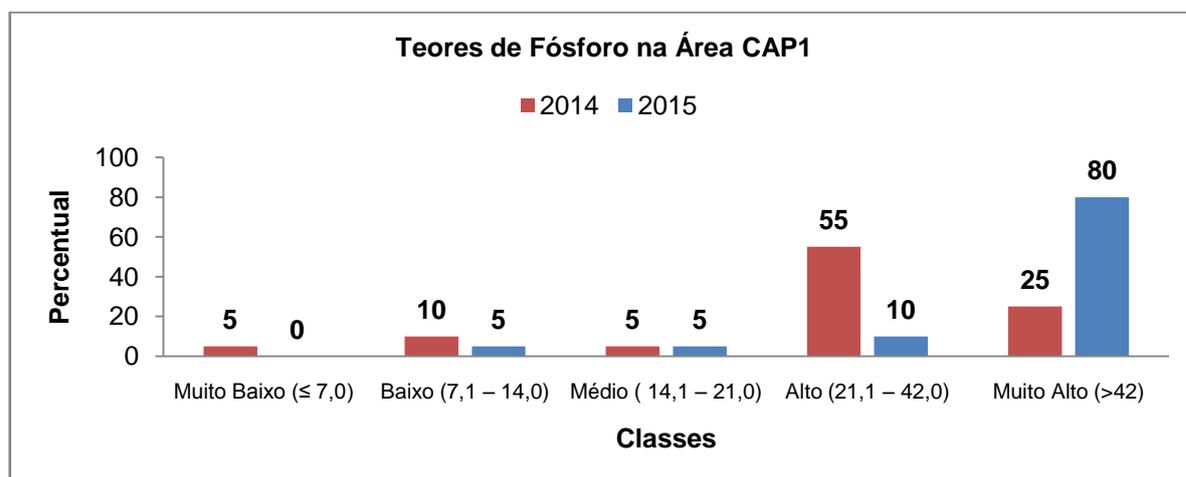
Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

No Gráfico 04, tem-se a evolução dos níveis de Fósforo para a área CAP1, em 2014 as classes estavam distribuídas em 5% muito baixo, 10% baixo, 5% médio, 55% altos e 25% muito alto, já para 2015 os valores das classes são 0% muito baixo, 5% baixo, 5% médio, 10% alto e 80% muito alto. Em relação a área pode-se ver que a aplicação em taxa variável foi eficiente tanto na elevação como na melhoria dos níveis de Fósforo das regiões mais críticas, observa-se que ocorreu

uma homogeneização na área observado pelo aumento da área com nível muito alto em 80% da lavoura, melhorando o potencial produtivo da mesma.

Gráfico 04 - Teores de Fósforo na Área CAP1 nos anos de 2014 e 2015.



Fonte: Dados de trabalho de campo 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L. R.

5.2.3 Potássio SAP1

Os valores da Tabela 06, pode-se perceber que os níveis mínimos aumentaram e a média e máximo diminuíram, sendo que o teor mínimo passou de $144,0 \text{ mg dm}^{-3}$ para $184,0 \text{ mg dm}^{-3}$ que segundo a classificação da Comissão (2004) passa do nível alto para o muito alto, o valor médio mudou de $230,0 \text{ mg dm}^{-3}$ para $297,6 \text{ mg dm}^{-3}$ e o valor máximo de $440,0 \text{ mg dm}^{-3}$ para $368,0 \text{ mg dm}^{-3}$, permanecendo na classe muito alto. Quando avaliamos o CV observamos que o mesmo teve uma diminuição, pois em 2014 estava em 37% e em 2015 foi para 19%. Em função disso, foi possível verificar que a variabilidade deste talhão diminuiu. Conforme o Mapa 10, percebemos que pela a Comissão (2004), a área SAP1 ficou totalmente na classificação de nível muito alto.

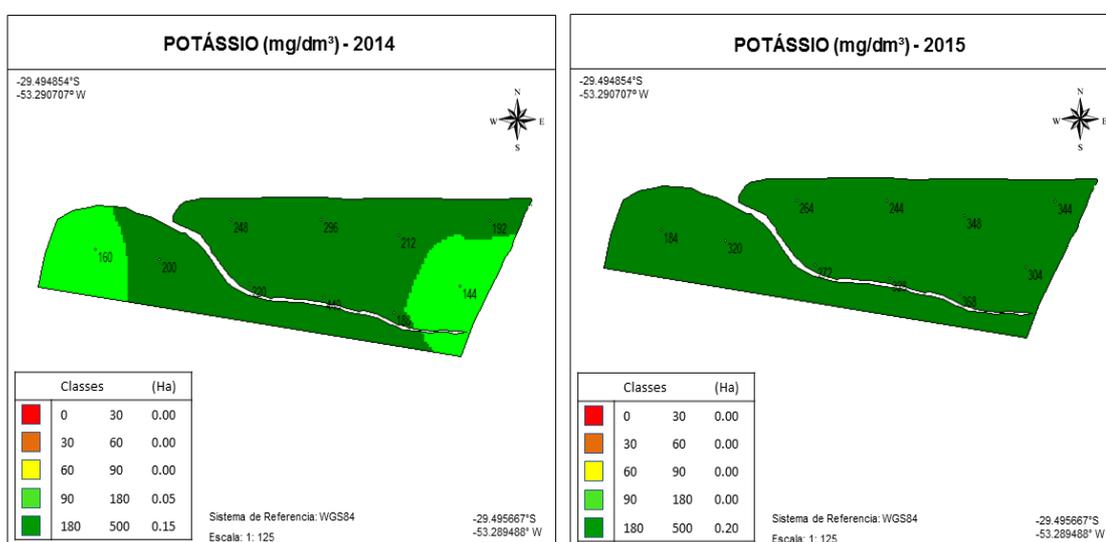
Tabela 06 - Comparativo entre os valores de Potássio entre os anos de 2014 e 2015 na área SAP1.

Parâmetros SAP1		Mínimo	Máximo	Média	DP	CV%
K (2014)	mg dm ⁻³	144,0	440,0	230,0	85,4	37
K (2015)	mg dm ⁻³	184,0	368,0	297,6	56,4	19

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Mapa 10 - Teores de Potássio para os anos de 2014 e 2015 na área SAP1 no município de Agudo – RS.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Em relação à Saturação de Potássio podemos observar na Tabela 07 que os teores mínimo e médio aumentaram e o máximo diminuiu, pois o teor mínimo em 2014 encontrava-se em 0,8% aumentou para 1,2% em 2015 e a média subiu de 1,4% para 2,0% permanecendo na classe baixa. Já o nível máximo passou de 3,2% para 2,6%, permanecendo na classe média. O CV da área diminuiu de 52% para 18% permanecendo na classe média. A variabilidade desse talhão diminuiu. Isso também pode ser percebido quando observamos os mapas de nutrientes no Mapa 11.

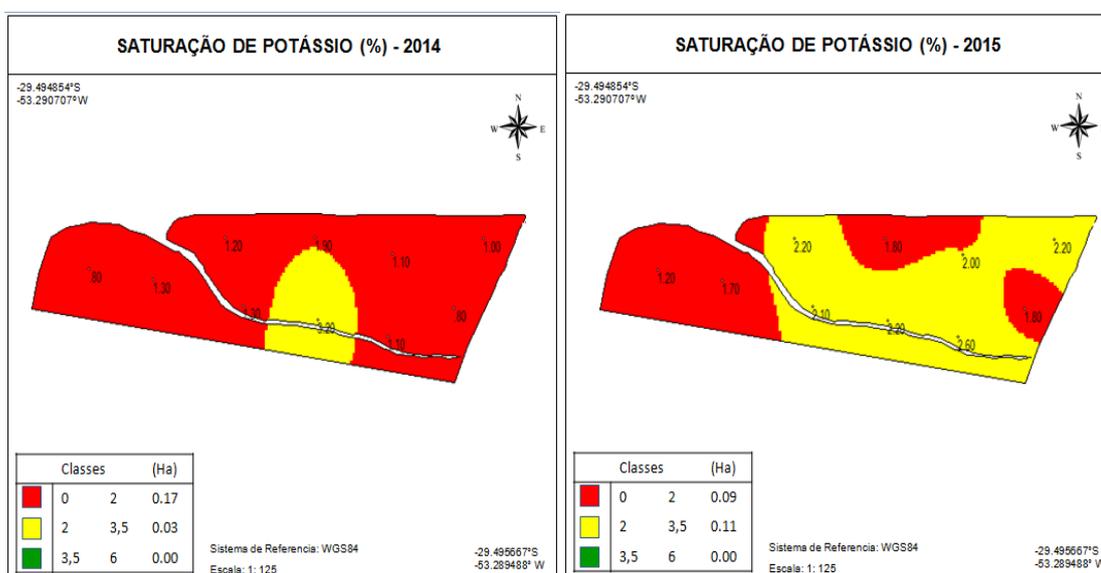
Tabela 07 - Comparativo entre os valores de Saturação de Potássio entre os anos de 2014 e 2015 na área SAP1.

Parâmetros SAP1		Mínimo	Máximo	Média	DP	CV%
SK (2014)	mg dm ⁻³	0,8	3,2	1,4	0,7	52
SK (2015)	mg dm ⁻³	1,2	2,6	2,0	0,4	18

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Mapa 11 - Teores de Saturação de Potássio para os anos de 2014 e 2015 na área SAP1 no município de Agudo – RS.

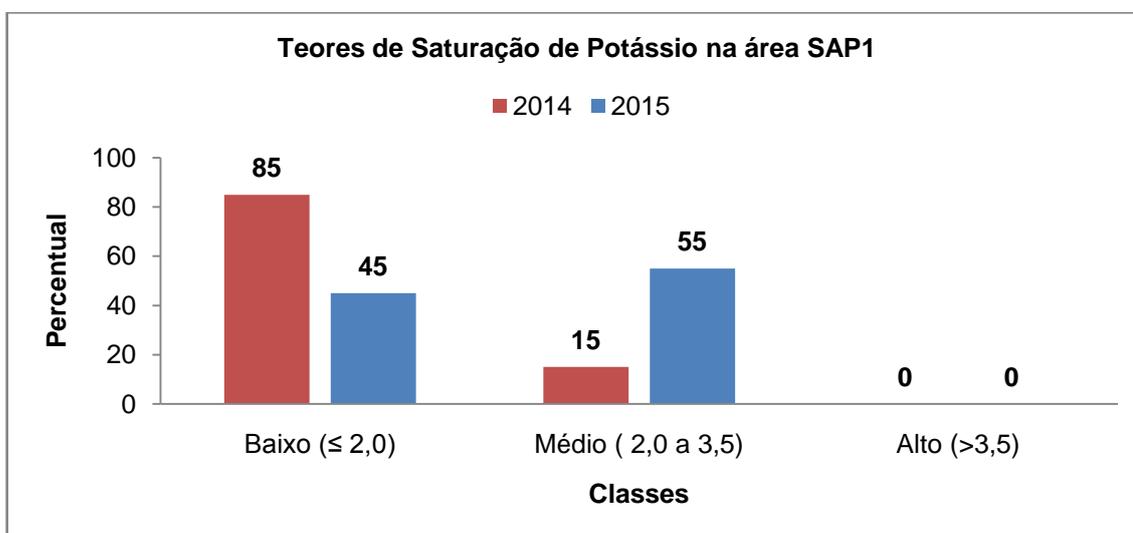


Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

No Gráfico 05, tem-se o gráfico da evolução dos níveis de Saturação de Potássio para a área SAP1, em 2014 as classes estavam distribuídas em 85% baixo, 15% médio, já para 2015 os valores das classes são 45% baixo e 55% médio, este aumento de níveis pode ser explicado pela menor produtividade da cultura neste talhão.

Gráfico 05 - Teores de Saturação de Potássio na Área SAP1 nos anos de 2014 e 2015.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

5.2.4 Potássio CAP1

Os valores da Tabela 08, mostram que utilizando os teores de Saturação de Potássio (SK) para a correção do solo, podemos perceber que os níveis mínimos, médios e máximos de Potássio (K) aumentaram, sendo que o teor mínimo passou de $164,0 \text{ mg dm}^{-3}$ para $212,0 \text{ mg dm}^{-3}$ que na classificação segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004) passa do nível alto para o muito alto, o valor médio de $240,4 \text{ mg dm}^{-3}$ para $318,0 \text{ mg dm}^{-3}$ e o valor máximo de $360,0 \text{ mg dm}^{-3}$ para $440,0 \text{ mg dm}^{-3}$. Porém os valores encontrados nas médias e máximas permaneceram na mesma faixa de classificação muito alto para os dois anos. Quando avaliamos o CV observamos que o mesmo teve uma diminuição, pois em 2014 estava em 27% e em 2015 foi para 24% permanecendo na classe média. Em função disso, foi possível verificar que a variabilidade deste talhão diminuiu. Conforme o Mapa 12, percebemos que os níveis de potássio no ano de 2015 passaram para a totalidade na classe muito alta pela a Comissão (2004).

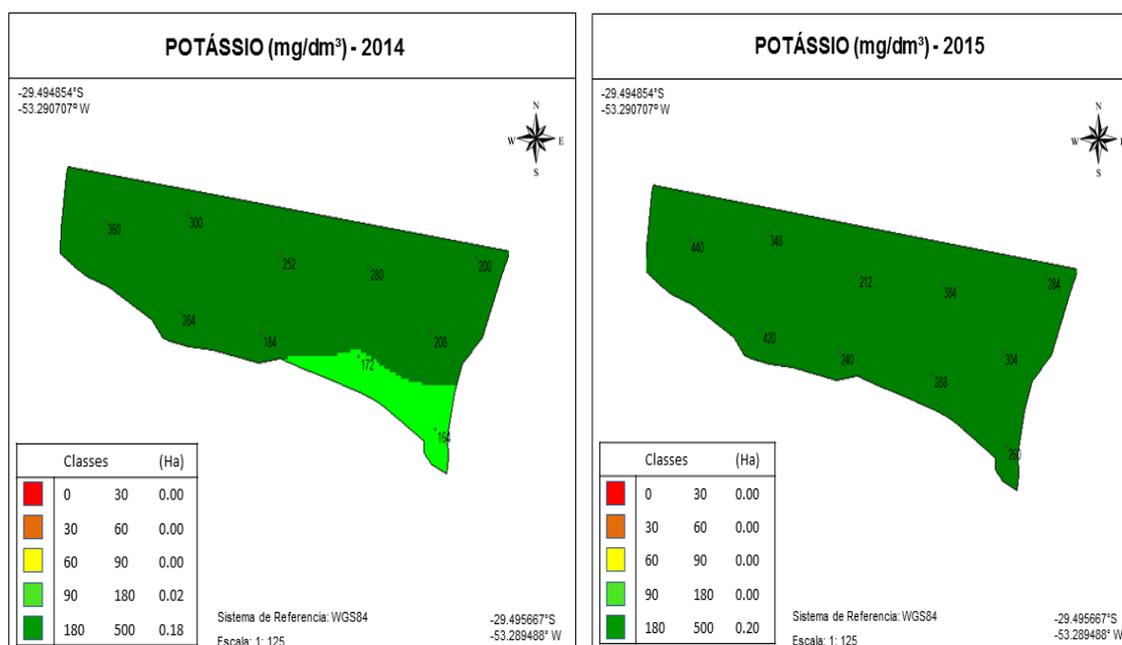
Tabela 08 - Comparativo entre os valores de Potássio entre os anos de 2014 e 2015 na área CAP1.

Parâmetros CAP1		Mínimo	Máximo	Média	DP	CV%
K (2014)	mg dm ⁻³	164,0	360,0	240,4	64,8	27
K (2015)	mg dm ⁻³	212,0	440,0	318,0	77,1	24

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Mapa 12 - Teores de Potássio para os anos de 2014 e 2015 na área CAP1 no município de Agudo – RS.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Analisando a Tabela 09 de Saturação de Potássio (SK) nota-se uma evolução nos níveis, pois o teor mínimo em 2014 encontrava-se em 1,0% aumentou para 1,3% em 2015. Já a média subiu de 1,5% para 2,0% e o nível máximo passou de 2,0% para 2,9%. O CV da área permaneceu a mesma, ou seja, a variabilidade permaneceu igual, mas os níveis deste nutriente aumentaram o que pode influenciar no aumento da produtividade. Isso está evidenciado no mapa de saturação deste nutriente apresentado no Mapa 13.

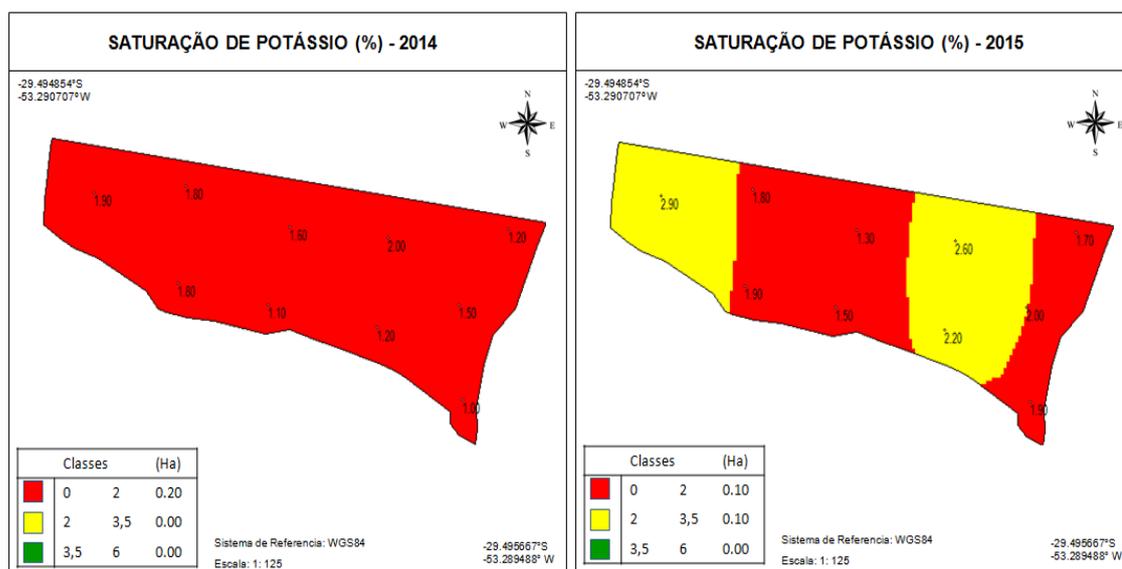
Tabela 09 - Comparativo entre os valores de Saturação de Potássio entre os anos de 2014 e 2015 na área CAP1.

Parâmetros CAP1		Mínimo	Máximo	Média	DP	CV%
SK (2014)	mg dm ⁻³	1,0	2,0	1,5	0,4	24
SK (2015)	mg dm ⁻³	1,3	2,9	2,0	0,5	24

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Mapa 13 - Teores de Saturação de Potássio para os anos de 2014 e 2015 na área CAP1 no município de Agudo – RS.

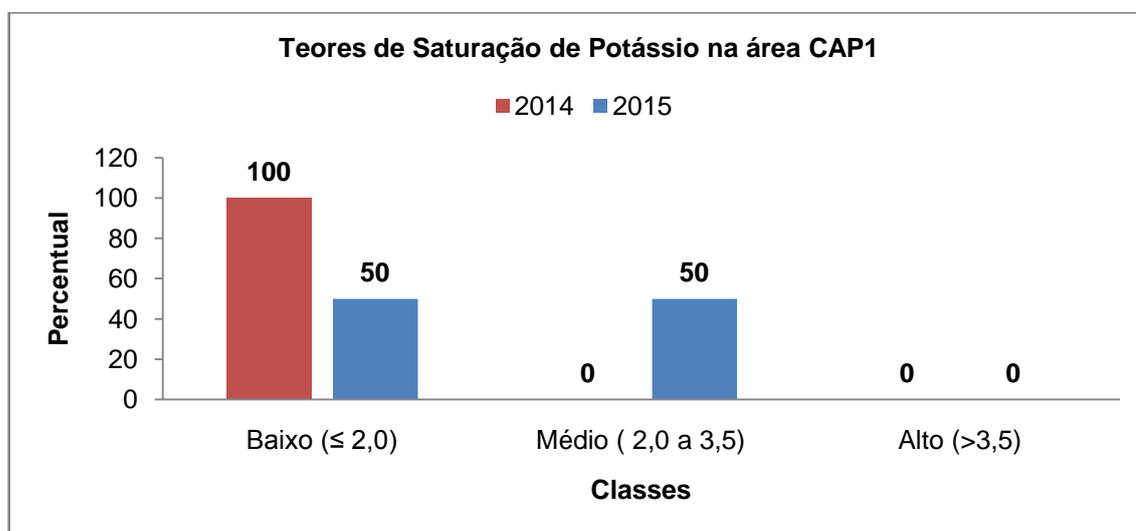


Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

No Gráfico 06, tem-se a evolução dos níveis de Saturação de Potássio para a área CAP1, em 2014 as classes estavam distribuídas em 100% baixo e no ano de 2015 os valores das classes são 50% baixo, 50% médio. Com isso, pode-se observar que há uma melhora significativa no nível de saturação e nota-se que algumas análises chegam próximo de atingir a meta de 3,0% estabelecida.

Gráfico 06 – Teores de Saturação de Potássio na Área CAP1 nos anos de 2014 e 2015.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

5.3 AVALIAÇÃO DE FERTILIDADE DO SOLO

5.3.1 Comparação da fertilidade do solo no ano de 2015 referentes à área SAP1- CAP1.

Observando os resultados encontrados para os atributos de fertilidade na área SAP1 e CAP1 (Tabela 10) no ano de 2015, constataram-se nutrientes com CV baixo, médio e alto e com uma variação de 2 a 251 %. O atributo pH apresentou CV baixo, diminuindo de 5% para 4% na área com agricultura de precisão. O valor mínimo aumentou de 5,2 para 5,4, a média permaneceu com 5,8 e o valor máximo permaneceu com 6,2 nas duas áreas, ou seja, os mesmos se mantiveram quase inalterados, permanecendo na classificação média (5,5 – 6,0) segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004).

O nutriente que apresentou o maior CV depois da Saturação por Alumínio (SA), na área SAP1 foi o Fósforo (76%), seguido da Argila (42%) e na área CAP1 foi a Argila (53%), seguido do Fósforo (46%).

Analisando a argila na área SAP1 e CAP1, observou-se um teor médio de 15,5% e 20,5% respectivamente, a qual ficou na classe 4 (argila $\leq 20\%$) segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004). Os teores máximos

encontrados foram 29% e 40%, respectivamente para SAP1 e CAP1. Para os teores mínimos os valores encontrados foram 8% e 12% para as respectivas áreas.

Tabela 10 - Estatística descritiva com os valores mínimos, máximos, média, desvio padrão, e coeficiente de variação dos atributos de solo para o ano de 2015 nas áreas SAP1 e CAP1 em Agudo – RS.

Elementos e Parâmetros	SAP1 – 2015					CAP1 – 2015				
	Mín	Máx	Média	DP	CV%	Mín	Máx	Média	DP	CV%
Argila (%)	8,0	29,0	17,5	7,4	42	12,0	40,0	20,5	10,9	53
pH	5,2	6,2	5,8	0,3	5	5,4	6,2	5,8	0,2	4
P (mg/dm ⁻³)	11,2	99,5	38,6	26,2	68	12,6	78,1	55,6	25,7	46
K (mg/dm ⁻³)	184,0	368,0	297,6	56,4	19	212	440,0	318	77,1	24
MOS (%)	0,7	1,6	1,1	0,3	31	0,8	2,0	1,2	0,5	38
Ca (cmol _c /dm ⁻³)	19,7	29,2	24,9	3,0	12	21,3	37,7	27,0	4,9	18
Mg (cmol _c /dm ⁻³)	6,6	11,0	8,6	1,3	15	6,9	14,4	9,5	2,1	22
CTC (cmol _c /dm ⁻³)	30,9	48,8	38,7	5,2	13	32,9	57,6	41,7	7,0	17
SB (%)	88,0	92,9	88,6	3,7	4	86,0	92,4	89,4	1,8	2
SA (%)	0,0	2,7	0,3	0,9	251	0,0	1,0	0,3	0,4	137
SK (%)	1,2	2,6	2,0	0,4	19	1,3	2,9	2,0	0,5	24

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2015.

Org: VIDAL, L.R.

5.3.1.1 Avaliação de Fósforo em 2015

Observando a Tabela 11 e o Mapa 14, percebe-se que os níveis da área CAP1 são maiores que as SAP1, pois o teor mínimo na SAP1 encontra-se em 11,8 mg dm⁻³, enquanto que na área CAP1 está em 12,6 mg dm⁻³. Na classificação segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (2004), fica na classe baixo. Já a média da área SAP1 está mais baixa do que a CAP1 de 46,7 mg dm⁻³ para 64,1 mg dm⁻³ e o nível máximo diminuiu de 137,3 mg dm⁻³ para 120,2 mg dm⁻³, permanecendo assim a média e máximo nas classes em nível muito alto. O CV da área em SAP1 se encontra em 76% enquanto que a CAP1 está com 56%. Em

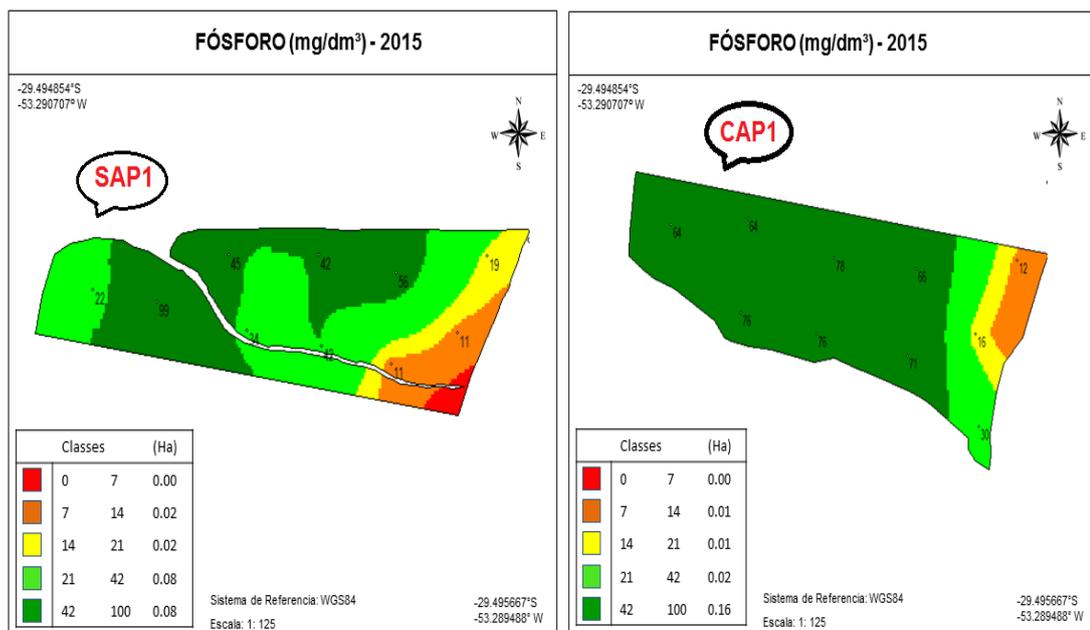
função disso, foi possível verificar que a variabilidade também diminuiu com as intervenções em taxa variável e os níveis de Fósforo tiveram um aumento, melhorando a fertilidade do solo na área CAP1. Isso mostra que a lavoura está com uma maior área se concentrando na mesma faixa de classificação (muito alto), e com isso está mais corrigida, comprovando que o uso da taxa variável a fim de diminuir a variabilidade existente do nível de Fósforo do talhão foi eficiente.

Tabela 11 - Comparativo entre os valores de Fósforo na área SAP1 e CAP1 de 2015.

Parâmetros 2015		Mínimo	Máximo	Média	DP	CV
P (SAP1)	mg dm ⁻³	11,8	137,3	46,7	35,3	76
P (CAP1)	mg dm ⁻³	12,6	120,2	64,1	35,9	56

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2015.
Org: VIDAL, L.R.

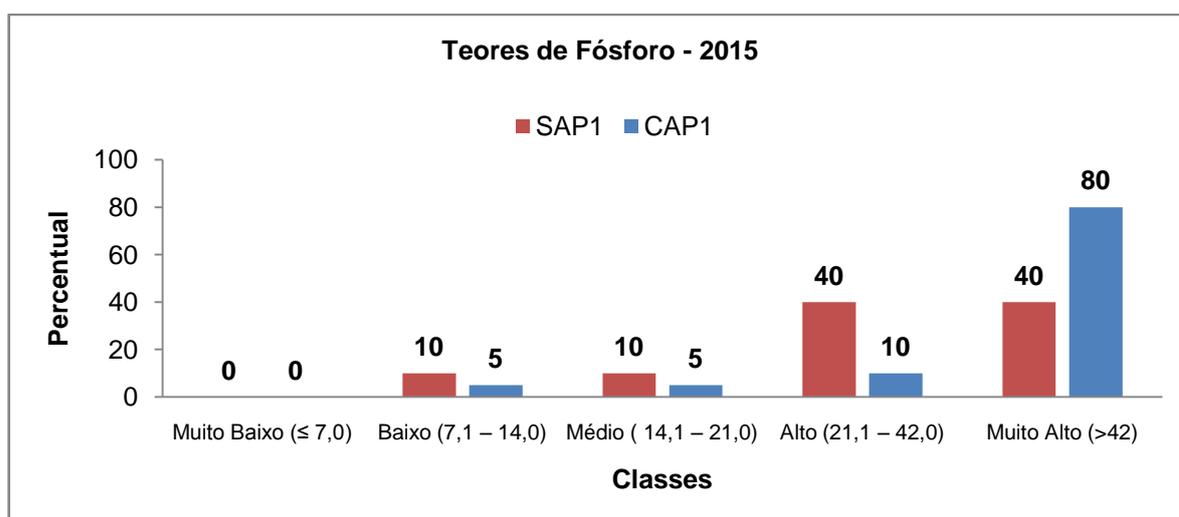
Mapa 14 - Teores de Fósforo para o ano de 2015 na área SAP1 e CAP1 no município de Agudo – RS.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2015.
Org: VIDAL, L.R.

No Gráfico 07, tem-se a comparação dos níveis de Fósforo no ano de 2015 onde observamos que na área SAP1 as classes estavam distribuídas em 10% baixo, 10% médio, 40% altos e 40% muito alto, já para CAP1 os valores das classes são 5% baixo, 5% médio, 10% alto e 80% muito alto. Em relação as áreas podemos perceber que o níveis de Fósforo na área CAP1 está melhor do que na SAP1, mostrando mais uma vez que a aplicação em taxa variada foi eficiente tanto na elevação como na melhoria dos níveis de Fósforo, chegando em um nível muito alto de 80% da lavoura na CAP1 o que justifica o aumento da produtividade em relação a SAP1.

Gráfico 07 - Teores de Fósforo nas Áreas SAP1 e CAP1 no ano de 2015.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2015.

Org: VIDAL, L.R.

5.3.1.2 Avaliação de Potássio em 2015

Observamos na Tabela 12 e que os níveis de Saturação de Potássio na área de CAP1 são maiores que na área de SAP1, porém, a média ficou idêntica nas duas áreas de avaliação. Em função destes valores temos uma maior variabilidade na área CAP1 em relação a SAP1. Conforme mostra o Mapa 15 pode-se ver de forma mais clara a diferença dos níveis de Saturação de Potássio nas áreas do estudo.

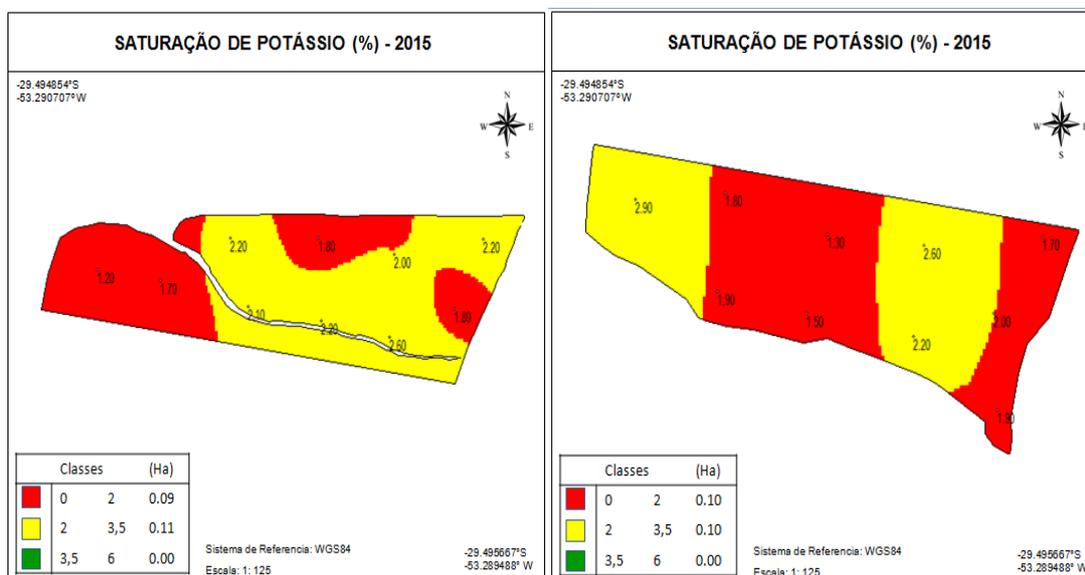
Tabela 12 - Comparativo entre os valores de Saturação de Potássio no ano de 2015 na área SAP1 e CAP1.

Parâmetros- 2015		Mínimo	Máximo	Média	DP	CV%
SK (SAP1)	mg dm ⁻³	1,2	2,6	2,0	0,4	19
SK (CAP1)	mg dm ⁻³	1,3	2,9	2,0	0,5	24

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Mapa 15 - Teores de Saturação de Potássio para o ano de 2015 na área SAP1 e CAP1 no município de Agudo – RS.



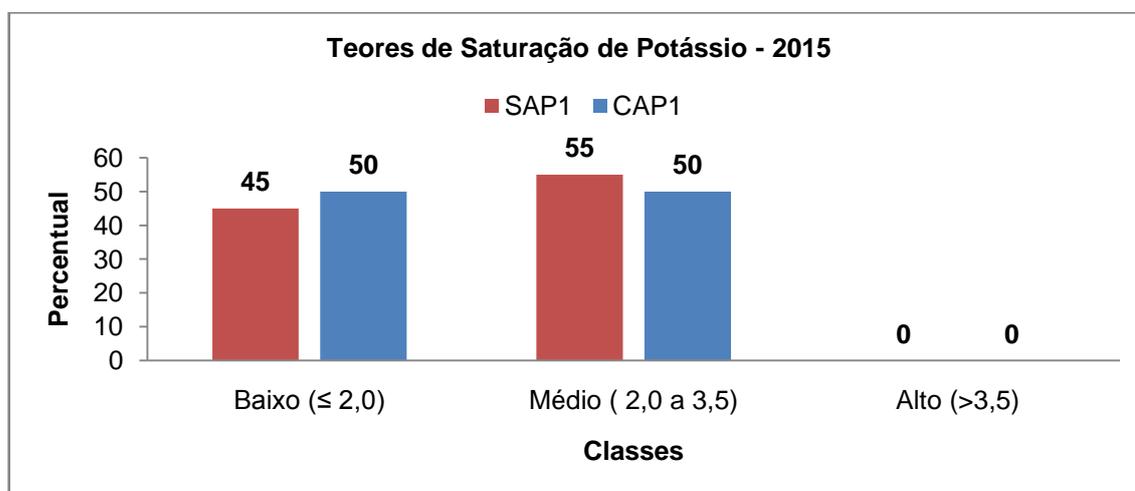
Fonte: Trabalho de campo realizado em 2015.

Org: VIDAL, L.R.

No Gráfico 08, tem-se a comparação dos níveis de Saturação de Potássio, pode-se ver que de forma geral ocorreu um aumento no nível de Potássio nas duas áreas. Observamos que na área SAP1 as classes passaram de 85% no nível baixo para 45% e de 15% para 55% no nível médio, comparando-se os anos.

Na área CAP1 tínhamos 100% no nível baixo no primeiro ano e após o trabalho passou para 50% baixo, 50% médio. Pode-se dizer que o aumento no nível de potássio nas áreas pode ter acontecido em função da aplicação da adubação fixa. A proporção de aumento de níveis na área de CAP1 é maior que a SAP1 isso pode ter ocorrido função da aplicação da taxa variável.

Gráfico 08 - Teores de Saturação de Potássio nas Áreas SAP1 e CAP1 no ano de 2015.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2015.

Org: VIDAL, L.R.

5.4 AVALIAÇÃO DOS COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE

5.4.1 Comparação dos componentes de produtividade da cultura do fumo no ano 2014/15 nas áreas SAP1 e CAP1

A Tabela 13 referente aos componentes de produtividade da área SAP1 no ano de 2014 e 2015 mostram que ocorreu um aumento nos valores médios dos componentes no ano de 2015, cujos valores variam de 0,6% a 29,8%. Entretanto, observa-se que em relação ao elemento de produtividade largura das folhas do meio ocorreu uma diminuição de 2,3% no valor médio de 2014 para 2015. Entre os maiores diferenças de valores médios destacam-se o peso da planta 29,8%, seguido do tamanho da planta 18,8% e comprimento das folhas da bacheira 8,5%.

Desta forma, observa-se que comparando os valores médios da SAP1 nos dois anos de estudo, tem-se um aumento significativo em alguns elementos, mas em contra partida, tem-se uma diminuição em um elemento de produtividade.

Em relação aos elementos de produtividade da área CAP1 nos anos de 2014 e 2015 mostra um aumento significativo nos valores médios de cada elemento. Os valores de 2014 a 2015 da área CAP1 variam de 0,3% a 57,5%. O elemento que teve maior diferença foi o peso 57,5%, seguido do tamanho da planta 34,3% e o

comprimento das folhas de bacheira 9,7%. Apenas três (3) elementos tiveram diferença inferior a 5% nos valores médios.

Desta maneira, destaca-se que a área que teve interferência com a aplicação das técnicas de Agricultura de Precisão apresentou dados significativos de aumento de produtividade nos elementos estudados. Assim, observa-se a eficiência das técnicas aplicadas, contribuindo para o desenvolvimento da agricultura familiar.

Tabela 13 – Comparativo dos componentes de produtividade da cultura do fumo no ano 2014/15 nas áreas SAP1 e CAP1.

Fatores de Produtividade (cm)	Safrá 2014/2015 (Médias)			Safrá 2014/2015 (Médias)		
	SAP1	SAP1	Diferença do aumento de produtividade (%)	CAP1	CAP1	Diferença do aumento de produtividade (%)
Tamanho da planta	41,9	60,7	44,9	50,2	84,5	68,3
Quantidade de Folhas	13,6	16,8	23,5	14,5	20,9	44,1
Comprimento das folhas (Bacheira)	35,7	44,2	23,8	39,9	49,6	24,3
Comprimento das folhas (Meio)	38,0	42,4	11,1	44,0	49,0	11,4
Comprimento de folhas (Ponteira)	31,4	39,2	24,8	36,6	46,1	25,9
Largura das folhas (Bacheira)	15,8	16,4	3,8	18,0	19,6	8,9
Largura das folhas (Meio)	17,0	14,7	-13,5	18,6	18,9	1,6
Largura de folhas (Ponteira)	12,2	14,0	14,8	13,7	15,4	12,4
Peso (gramas/planta)	59,3	89,1	50,3	63,0	120,5	91,3

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Tomando como referência cada área (SAP1 e CAP1) e o seu comportamento nos anos de 2014 e 2015, pode-se observar que na área SAP1 houve um incremento de 50,3% no peso médio das plantas. Em contra partida, na área CAP1 houve um incremento de 91,3%, denotando a importância da incorporação do uso de técnicas de agricultura de precisão nas atividades em culturas que se deseja melhorar sua produtividade.

5.4.2 Comparação dos componentes de produtividade da cultura do fumo entre as áreas SAP1 e CAP1 nos anos 2014 e 2015.

Conforme a Tabela 14 a média dos componentes de produtividade em 2014 nas áreas de SAP1 e CAP1 eram praticamente iguais em todos elementos de produtividade avaliados, não apresentando uma diferença de produtividade significativa. Neste contexto, ressalta-se a homogeneidade produtiva das duas áreas estudadas. Entretanto, cabe ressaltar que os dados são relativamente mais produtivos na área CAP1. Desta forma salienta-se a importância, para fim de análise, da comparação da produtividade da CAP1 do ano de 2014 e 2015.

As maiores diferenças das médias dos componentes de produtividades foram observadas no tamanho da planta 8,3%, seguido comprimento das folhas do meio 6% e comprimento das folhas da ponteira 5,2%. Destaca-se que dos nove (9) componentes apenas três (3) deles tiveram uma diferença superior a 5% nos valores da média.

Ao observar o comportamento dos componentes de produtividade no ano de 2015 nas áreas SAP1 e CAP1 pode-se observar uma diferença significativa dos valores médios de cada elemento. O componente que teve maior diferença dos valores médios foi o peso da planta com 31,4%, seguido do tamanho da planta 23,8% e o comprimento das folhas da ponteira 6,9%. Dos nove (9) elementos avaliados cinco (5) tiveram a diferença maior que 5% nos valores médios.

Observa-se que na área CAP1 todos os elementos da produtividade foram maiores que na área SAP1, mostrando que as técnicas da Agricultura de Precisão contribuíram para o aumento da produtividade na área CAP1.

Conforme pode-se avaliar a média dos fatores de produção avaliados na safra 2014 na área CAP1, apresentam diferenças superiores da área SAP1 que variam de 6,6% na quantidade de folhas até 19,8% no tamanho da planta, o que acarretou uma produtividade de 6,2% maior que a área de SAP1.

Para a avaliação do ano de 2015 na área de CAP1 tem-se variações superiores de 10% na largura das folhas da ponteira até 39% no tamanho da planta do que na área SAP1, proporcionando um aumento de produtividade de 35,2% na área de CAP1 em relação a área de SAP1.

Tabela 14 – Comparativo dos componentes de produtividade da cultura do fumo entre as áreas SAP1 e CAP1 nos anos de 2014 e 2015.

Elementos de Produtividade (cm)	Safr 2014 (Médias)		Diferença do aumento de produtividade (%)	Safr 2015 (Médias)		Diferença do aumento de produtividade (%)
	SAP1	CAP1		SAP1	CAP1	
Tamanho da planta	41,9	50,2	19,8	60,7	84,5	39,2
Quantidade de Folhas	13,6	14,5	6,6	16,8	20,9	24,4
Comprimento das folhas (Bacheira)	35,7	39,9	11,8	44,2	49,6	12,2
Comprimento das folhas (Meio)	38,0	44,0	15,8	42,4	49,0	15,6
Comprimento de folhas (Ponteira)	31,4	36,6	16,6	39,2	46,1	17,6
Largura das folhas (Bacheira)	15,8	18,0	13,9	16,4	19,6	19,5
Largura das folhas (Meio)	17,0	18,6	9,4	14,7	18,9	28,6
Largura de folhas (Ponteira)	12,2	13,7	12,3	14,0	15,4	10,0
Peso(gramas/planta)	59,3	63,0	6,2	89,1	120,5	35,2

Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

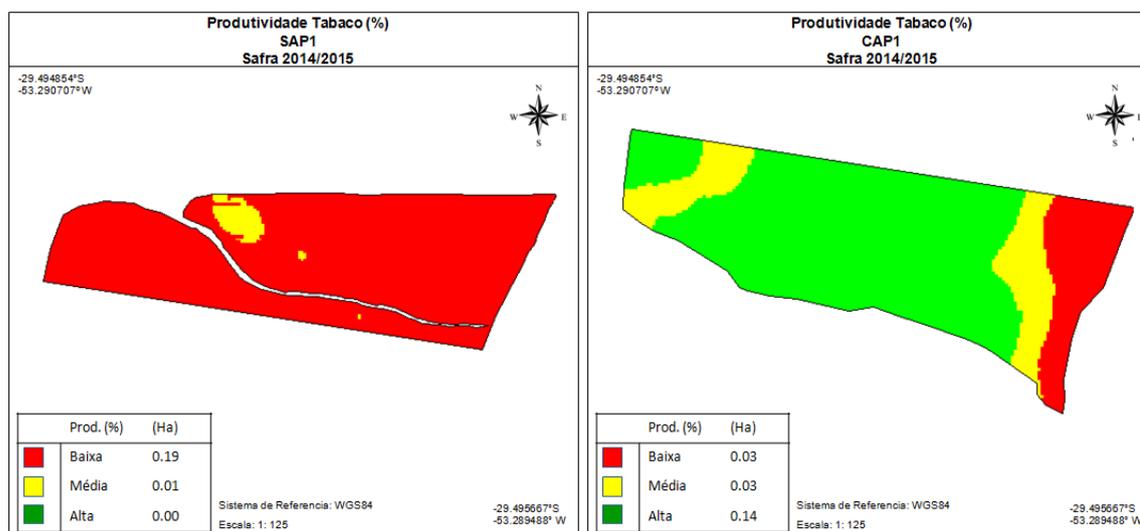
5.5 AVALIAÇÃO DA PRODUTIVIDADE

Para fim de análise e tratamento didático dos resultados obtidos pela Inserção de técnicas de Agricultura de Precisão em uma área de produção fumageira da agricultura familiar, optou-se por realizar um mapeamento de cada talhão para o ano de 2015, mapeando as áreas com suas respectivas produtividades baseadas na metodologia de Molin (2002).

Assim, inicialmente calculou-se a média de produtividade dos dois talhões, ou seja, de toda a lavoura (Mapa 16). Obteve-se uma média de 1728,5 kg/ha. Assim dividimos a área em três setores de produtividade, menor que 95% (em vermelho no mapa valores abaixo de 1642,6 kg/ha), entre 95 e 105% (em amarelo, valores maior ou igual a 1642,6 até 1815,6 kg/ha) e, acima de 105% (em verde, valores maior que

1815,6 kg/ha), cujas áreas foram denominadas de áreas de baixa, média e alta produtividade respectivamente proposto por Molin (2002).

Mapa 16 – Média de produtividade SAP1 e CAP1 em 2014 e 2015.



Fonte: Trabalho de campo realizado em 2014 e 2015.

Org: VIDAL, L.R.

Na área SAP1 tem-se 95% da área com baixa produtividade, 5% da área com média produtividade e, não apresenta área com alta produtividade. Já na área CAP1 tem-se o percentual de 15% da área com baixa produtividade, 15% da área com média produtividade e 70% da área com alta produtividade. O uso da técnica proporcionou um aumento na produtividade e uma maior estabilidade para a área CAP1, diminuindo as áreas de baixa produtividade aproximadamente pela metade em relação a SAP1.

5.6 INTEMPÉRIES DA NATUREZA

Durante a realização da referida pesquisa mais precisamente no ano de 2015 (nos meses de outubro, novembro e dezembro) ocorreram intempéries da natureza no estado do Rio Grande do Sul. O Estado foi atingindo por fortes ventanias, chuvas e granizo, especialmente a região central do Estado, na qual se localiza a área de

estudo. Tais intempéries afetaram toda a produção da fumicultura no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, o que ocasionou quebra nas estimativas da safra 2015/2016.

Localmente, estas intempéries afetaram a lavoura de fumo através de fortes ventos, os quais derrubaram as plantas de fumo (arrancando as raízes ou quebrando os caules), afetando a produção, especialmente a diminuição da produtividade (arrobas/hectare) uma vez que, a maioria das plantas de fumo foram afetadas de alguma forma (Figura 32).

Figura 32 – Plantas de fumo atingidas pelas intempéries da natureza em 2015.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Org: VIDAL, L. R.

Estas intempéries foram desencadeadas pela ação do El Niño na costa Sul-Americana. De acordo com Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016) o El Niño é um fenômeno atmosférico-oceânico caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o

clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, e afetando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias.

Os impactos do El Niño no Brasil são bastante variados em função das dimensões continentais do território nacional e da diversidade climática. Em algumas áreas, o El Niño produz secas extremas, em outras, ele apenas eleva as temperaturas, ao passo em que chuvas torrenciais acometem determinadas regiões. Na Região Sul ocorre manifestação de chuvas torrenciais, acima das médias históricas para a região, além da intensificação das temperaturas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente proposta de investigação teve por objetivo aplicar e quantificar técnicas de Agricultura de Precisão com menor grau de complexidade e sofisticação em área de agricultura familiar. A escolha da cultura do fumo deveu-se a sua importância da reprodução social dos agricultores familiares na região central do Estado do Rio Grande do Sul.

Além disso, destaca-se que no que se refere campo de conhecimento da Agricultura de Precisão, normalmente, as técnicas são difundidas em áreas de grande propriedade devido, muitas vezes, relacioná-las ao alto custo para serem implantadas. Desta forma, o trabalho procurou sistematizar técnicas acessíveis e de fácil entendimento a agricultores que não demandam altos recursos, como é o caso da agricultura familiar, a qual ocupa posição de descaso frente às políticas públicas, mas que sustenta a produção interna do país ocupando grande parte da mão de obra no campo brasileiro.

A utilização da ferramenta Agricultura de Precisão para identificar variabilidade do solo foi eficiente para mostrar que existe grande variação entre os teores dos principais nutrientes avaliados, os quais são fundamentais para se obter uma boa produtividade na agricultura.

As aplicações de fósforo e potássio em taxa variável foram competentes para diminuir a variabilidade dos mesmos no talhão, proporcionando, assim, uma homogeneização da lavoura, determinando excelente absorção dos nutrientes pela cultura plantada.

Para o elemento potássio a metodologia de determinação do nível deste elemento através da saturação por potássio na CTC, proporcionou a utilização de taxa variável deste insumo, enquanto a metodologia de determinação por Mg/dm^3 não proporcionava esta utilização.

Assim, a utilização de adubação a taxa variável proporcionou aumento de produtividade. Para tal, a amostragem do solo é fundamental para o correto conhecimento dos níveis de nutrientes no solo e, por consequência, na intervenção com a indicação de adubação corretiva adequada.

A adubação de correção em taxa variável, desde que adotadas as doses corretas, tende a proporcionar uma elevação dos níveis médios de P e K e uma

menor variação entre os níveis mínimos e máximos destes nutrientes no solo, bem como um melhor manejo da propriedade como um todo. A tomada de decisão sobre a quantidade, a forma e aonde colocar o adubo, auxiliaram de forma satisfatória a proporcionar um maior retorno econômico e a diminuir a variabilidade dos atributos químicos do solo existente na lavoura, bem como possibilita diminuir a magnitude de interferência que as adversidades climáticas possam acarretar, eventualmente, na produtividade agrícola de uma determinada cultura.

Desta forma, as técnicas contidas na Agricultura de Precisão se tornam ferramentas promotoras da produtividade como também promotoras da diminuição de perda produtiva.

De maneira específica, destaca-se a eficácia de técnicas de menor grau de complexidade e sofisticação contidas na Agricultura de Precisão, as quais promoveram de forma satisfatória o aumento da produtividade na fumiicultura da agricultura familiar. O aumento de produtividade no talhão que recebeu as referidas técnicas foi de 35,24% superior ao talhão que utilizou apenas o conhecimento do produtor familiar. Destaca-se, ainda que provavelmente este aumento de produtividade poderia ser superior se não tivesse ocorrido no ano de 2015 as interferências climáticas que afetaram a cultura do fumo.

Por fim, ressalta-se que as dificuldades de encontrar-se trabalhos especificamente relacionados à produção do fumo, desencadearam o interesse de contribuir com informações contidas nesta pesquisa a esta área do conhecimento e, salienta-se a necessidade que haja prosseguimento nos estudos referentes à essa cultura.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, J. A. A.; BUSATO, M. R.; LONDERO, G. T.; LEMAINSKI, C. L.; SANTI, O. G. R., **Uso de técnicas de agricultura de precisão no manejo da adubação do arroz irrigado**. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão – COMBAP, 2010. Ribeirão Preto/São Paulo, **Anais do congresso**.
- ALVES, Ademário e LIMA, Hinaldo. **Agricultura familiar**. Revista Eletrônica da FJAV – ANO I - nº 01, 2008.
- AMADO, T. J. & GIOTTO, E. A. **A sua Lavoura na Tela - Agricultura de Precisão tem mecanismos que possibilitam que suas detalhadas informações sejam acessadas em qualquer lugar e em qualquer momento pela internet e Smartphone**, Revista A Granja, Dezembro de 2009.
- AMADO, T. J. C. et al. Projeto Aquarius-Cotrijal: pólo de AP. Revista Plantio Direto, Passo Fundo, v. 91, p. 39- 47, 2006.
- ANGHININO, I. et al. **Adubação potássica em arroz irrigado conforme a capacidade de troca catiônica do solo** – Revista Pesquisa agropecuária, v. 48 n 11, p 1481-1488, Nov 2013. Brasília/DF. In <->. Acessado em 01 de fevereiro de 2016.
- ASSOCIAÇÃO DOS FUMICULTORES DO BRASIL (AFUBRA). Santa Cruz do Sul, 2016. Disponível em: <<http://www.afubra.com.br/>>. Acesso em: 06 de Mai de 2016.
- BERALDO, J., M., G., **Variabilidade espacial de atributos do solo e da produtividade de soja**, 2004. p 72 – Dissertação de Mestrado - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, SP.
- BLUM, R. **Agricultura familiar: um estudo preliminar da definição, classificação e problemática**. In: TEDESCO, J. C. (Org.). Agricultura familiar: realidades e perspectivas. 3. ed. Passo Fundo: UPF, 2001. p. 57-104.
- BOIEIRO, M. **Tabaco**. Portugal, 2008. Disponível em: <[HTTP://www.institutohipocrates.pt/index.php/medicinas-nao-convencionais/fitoterapia/192-tabaco.html](http://www.institutohipocrates.pt/index.php/medicinas-nao-convencionais/fitoterapia/192-tabaco.html)>. Acesso em: 30 jan. 2016.
- BOURENNANE, H.; NICOULLAUD, B.; COUTURIER, A.; KING, D. **Exploring the Sapatial Relationships Between Some Soil Properties and Wheat Yields in Two Soil Types**. Precision Agriculture, v. 5, p. 521-536, 2004.
- BOWLING, J. D; BOWMAN, D. E. Role of Potash in Growth and Nutrition of Maryland Tobacco. **Techinal Bulletin**, United States Department Of Agriculture, n. 933, 1947.
- CAPELLI, N.L. **Agricultura de precisão - Novas tecnologias LIE/DMAQAG/ para o processo produtivo**. FEAGRI/UNICAMP, 1999. Disponível na Internet. <<http://www.bases.cnptia.embrapa.br/cria/gip/gipap/capelli.doc>>. Acesso em: 15 de Abr de 2015.
- CARNIERI, I. M. R. S. A.; MONTE SERRAT, B.; LIMA, M. R. **Análise de solo ou planta que os laboratórios podem fazer para o produtor rural**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Projeto de Extensão Universitária Solo Planta, 2002. (Folder).
- CARVALHO, C. de et al. **Anuário brasileiro do tabaco 2008**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2008.
- COELHO, Antônio Marcos. **Agricultura de Precisão: manejo da variabilidade espacial e temporal dos solos e culturas**. Sete Lagoas, MG 2005, p. 60. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/18887/1/Doc_46.pdf>. Acessado em: 15 de jan de 2016.

COLLINS, W. K. HAWKS Jr., S. N. **Fundamentos da produção do tabaco de estufa**. Tradução e versão brasileira: Ernani A. Wess. Santa Cruz do Sul: [s.n], 2011.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10ª Ed. Porto Alegre: SBCS – Núcleo Regional Sul: UFRGS, 2004. 400p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Disponível em: <<http://i-uma.edu.br/blog/2013/05/a-importancia-da-agricultura-familiar-no-desenvolvimento-dos-municipios/>>. Acesso em: 12 de Março de 2016

COSTA E SILVA, V. L. **Tabagismo, um problema de saúde pública no Brasil**. Jornal Brasileiro de Medicina, Rio de Janeiro, v.59, n.2, p.14-16, ago.1990.

COSTA, C.C.; GUILHOTO, J. J., M. **Impactos potenciais da agricultura de precisão sobre a economia brasileira**. *Revista de Economia e Agronegócio*, v. 10, n. 2, p.177-204, 2012. In <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 14 de Março de 2015.

CRCAMPEIRO. Disponível em: <http://www.crcampeiro.net/novo/Pages/apps_android>. Acesso em: 12 de dezembro de 2015.

DAINESE, R. C. **Análise de tratamento de informações espaciais de produtividade do milho e fertilidade do solo para uso em Agricultura de Precisão**, 2002. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser300/Trabalhos/renata.pdf>>. Acesso em: 25 de março de 2016.

DO CACHIMBO, TABACO & AFINS. **As curas do Tabaco**, 2010. Disponível em: <<http://docachimbo.blogspot.com.br/2010/03/as-curas-do-tabaco.html>> Acesso em: 15 de fevereiro de 2016.

DURIGON, R. **Aplicação de técnicas de manejo localizado na cultura do arroz irrigado (Oryza Sativa L.)**. 2007 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

FAVARIN, J. L. **Tecnologia da produção de fumo**, 2012. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv504/Tecnologia%20de%20Producao%20de%20Fumo.pdf>>. Acesso em: 25 de Outubro de 2015.

GIOTTO, E; CARDOSO, C. D. V.; SEBEM, E.; PIRES, F. S. **Agricultura de Precisão com o Sistema CR Campeiro 7**. – Santa Maria: UFSM – Laboratório de Geomática, 2013.

GOMES, F.P. **Curso De Estatística Experimental**. Piracicaba, São Paulo. 1985. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/6026215/livro-curso-deestatistica-experimental-pimentel-gomes>>. Acessado em: 15 de Fevereiro de 2016.

GREGO, C. et al. **Geoestatística aplicada a Agricultura de Precisão**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília. 2014.

HEEMANN, F. **O cultivo do fumo e condições de saúde e segurança dos trabalhadores rurais**. Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/22063>>. Acesso em: 31 de janeiro de 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?lang=&codmun=431075&search=rio-grande-do-sul|vora|infograficos:-dados-gerais-do-municipio>> Acesso em: 01 de fevereiro de 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Agricultura Familiar**. Brasília: 1995. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/_htm/serveinf/_htm/pubs/pubs.htm>. Acesso em: 10 de dezembro de 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>> . Acesso 27 de Junho de 2016.

KIST, B. B.; SANTOS, C.; REETZ, E.; BELING, R. R.; CORRÊA, S.; RIGON, L.; MÜLLER, I. **Anuário Brasileiro do Fumo**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Grupo de Comunicações, 2004. 160p.

KNOB, M. J. Aplicação de técnicas de agricultura de precisão em pequenas propriedades. 2006. 129 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2006.

LA INFORMACION. **Consiguen la “eterna juventud” em las plantas de tabaco para que crezcan sin limites**, 2013. Disponível em: <<http://blogs.lainformacion.com/futuretech/2013/01/21/tabaco-juventud/>>. Acessado em: 20 de Mar de 2016.

LAMARCHE, H. (Coord.). **Agricultura familiar: comparação internacional**. Tradução de Ângela M. N. Tijiwa. Campinas: Unicamp, 1993. v. 1. (Coleção Repertórios).

LAMPARELLI, R. A. C.; ROCHA, J. V.; BORCHI, E. **Geoprocessamento e agricultura de precisão: fundamentos e aplicações**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. São Paulo: Ed.UNESP, 1998. 226 p.

LIBUY, W. R. **Manejo especializado sobre manejo de nutrição de plantas: tabaco**. In: Crop Kit. SQM, 2006. Disponível em: <http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tobacco_L-PTG.pdf>. Acesso: 05 de Maio de 2016.

MANTOVANI, E.C. **Agricultura de precisão na Embrapa**. Brasília: Embrapa Sede, 2006. 8p. (Embrapa Sede). Disponível em: <[HTTP://www.ripa.com.br/fileadmin/user_upload/temp/Projeto Agricultura de Precisao-Junho 2006.doc](http://www.ripa.com.br/fileadmin/user_upload/temp/Projeto_Agricultura_de_Precisao-Junho_2006.doc)>. Acessado em: 15 de Nov de 2015.

MANTOVANI, E.C; QUEIROZ, D.M; DIAS, G.P. **Máquinas e operações utilizadas na agricultura de precisão**. In: SILVA, F. M. da. (Coord.). Mecanização e agricultura de precisão. Poços de Caldas : UFLA/SBEA, 1998. p.109-157.

MEDEIROS, C. V. de. **Seleção artificial para resistência à Murcha Bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) em fumo (*Nicotiana tabacum* L.)** 2005. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão: o gerenciamento da variabilidade**. Piracicaba: O autor, 2001. 83 p.

MOLIN, J.P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. Engenharia Agrícola, n.22 p.83-92, 2002.

MOLIN, J. P. AMARAL L. R. do, COLAÇO A. F. **Agricultura de Precisão**. 1ª Edição. São Paulo, Oficina de Textos, 2015.

NARDI, J. **A História do Fumo Brasileiro**. Rio de Janeiro: ABIFUMO, 1985.

PAULI, R. I, P. et al., **Tecnologia e particularidades do trabalho fumicultor em Sobradinho – RS**. In: 49º Congresso da Sociedade Brasileira de Administração Economia e Sociologia Rural, 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2011. p.1-20.

PIERCE, F. J; NOWAK, P. Aspects of precision agriculture. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 67, p. 1-85, 1999.

PINELLI, N. **O que é agricultura de Precisão, 2015**. Disponível em :<<http://projetodraft.com/o-que-e-agricultura-de-precisao/>> Acesso em 11 junho de 2016.

PIRES, J. L. F. et al., **Discutindo agricultura de precisão – aspectos gerais**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 18p. Embrapa Trigo. Documentos Online n 42.

POTAL ECO HOSPEDAGEM. Disponível em:< <http://ecohospedagem.com/do-fumo-ao-turismo-uma-mudanca-bo-para-a-saude-a-para-a-natureza/>>. Acesso em: 10 de Abril de 2016.

QUEIROZ, D. M; DIAS, G. P.; MANTOVANI, E.C. **Agricultura de precisão na produção de grãos**. In:Agricultura de Precisão: UFV. Anais. Viçosa: 2000.

RADIO BULGARIA. Disponível em:< <http://bnr.bg/es/post/100169258/bulgaria-est-en-contra-de-la-prohibicin-del-uso-de-tabacos-orientales-en-la-produccion-de-cigarrillos>>. Acesso em: 20 de Mar de 2016.

REDE AGRONOMIA. **Colheita do fumo burley**, 2012. Disponível em: <<http://agronomos.ning.com/photo/colheita-de-fumo-burley>>. Acesso em: 03 de Março de 2016.

REDE MOBILIZADORA. **O papel da agricultura familiar no centro do debate global**, 2014. Disponível em: <<http://www.mobilizadores.org.br/entrevistas/o-papel-da-agricultura-familiar-centro-debate-global/>>. Acesso em: 30 de Abril de 2016.

ROCHA, J. V. **Gerenciamento de operações agrícolas em sistemas de informações georreferenciadas**. Caderno de informações georreferenciadas. 1996

SANTI, A. L; AMADO, T. J.C; FLORA, L. P. D; SMANIOTTO, R. F. F; **É chegada a hora da integração do conhecimento** In Revista Plantio Direto, edição 109, janeiro/fevereiro de 2009. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS

SANTI, O. G. R., **Eficiência de aplicação de insumos a taxa variável na correção do solo e uniformização da produtividade da cultura da soja através de mapas de agricultura de precisão**, 2013. 78 p. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Mecanização Agrícola - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

SEFFRIN, G. **O fumo no Brasil e no mundo**. Santa Cruz do Sul: AFUBRA, 1995.

SILVA, F. C da.; **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª edição revista e ampliada. Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2009. P. 25. Disponível em: <http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00083136.pdf> Acessado em: 03 de fev de 2016.

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 Disponível em: In< <http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n2/a16v37n2.pdf>>. Acesso em: 20 de dez de 2015.

SILVA, L. X. **Análise do complexo agroindustrial fumageiro sul-brasileiro sob o enfoque da economia dos custos de transação**. 279 p. (Tese de Doutorado) Porto Alegre: UFRGS, 2002.

SOPELSA, A.M. **Estudo da associação entre atributos do solo e produção em tabaco orgânico**. 2013. 51p. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2013.

SOUZA CRUZ, **Impacto e Importância econômica**, 2016. Disponível em: < http://www.souzacruz.com.br/group/sites/SOU_7UVF24.nsf/vwPagesWebLive/DO7V9>. Acessado em: 24 de fevereiro de 2016.

SOUZA CRUZ. **Plantio- Fases da plantação de fumo**. São Paulo, 2010. Disponível em:<http://www.souzacruz.com.br/group/sites/SOU_7UVF24.nsf/vwPagesWebLive/DO7V9KLC?openDocument&SKN=1>. Acesso em: 03 de Março de 2016.

SULEIMAN, K. **Análise química de solos é fundamental para produção sustentável**. 2012. Disponível

em:<https://www.embrapa.br/web/mobile/noticias?_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_javax.portlet.action=visualizarNoticia&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_titulo=analise-quimica-de

solos-e-fundamental-para-producao sustentavel&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_journalArticleId=1463957&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_id=buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet&p_p_lifecycle=1> Acesso em: 23 de março de 2016.

VALERIANO, M.M.;PRADO, H. **Técnicas de geoprocessamento de amostragem para o mapeamento de atributos anisotrópicos do solo.**Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, p. 997-1005, 2001.

VIEIRA, S. R. **Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo.** In: NOVAIS, R. F. de; ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R. (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 1- 54.

WALTERS, D. T.; GOESCH, J. E. **Temporal and spatial variation in soil nitrate acquisition by Maize as influenced by nitrate depth distribution.** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4, 1998, St. Paul-Minnesota. Proceedings... St. Paul: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America and Soil Science Society of America, 1998. p.41-54.

WARICK, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of soil physical properties in the field.** In: HILLEL, D. (Ed.). Applications of soil physics. New York: Academic Press, 1980. p.319-344.