

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar



Dissertação

**Avaliação da qualidade do solo, sob cultivo de
tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), em propriedades agrícolas familiares no
município de Pelotas - RS**

Pelotas, 2017.

RAFAEL BARCELLOS NUNES

Engenheiro Agrônomo

**Avaliação da qualidade do solo, sob cultivo de
tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), em propriedades agrícolas familiares no
município de Pelotas - RS**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Cláudia Rodrigues de Lima
Co-Orientador: Prof. Dr. Hélio Debli Casalinho

Pelotas, 2017.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

N972a Nunes, Rafael Barcellos

Avaliação da qualidade do solo, sob cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas - RS / Rafael Barcellos Nunes ; Ana Cláudia Rodrigues de Lima, orientadora ; Hέλvio Debli Casalinho, coorientador. — Pelotas, 2017.

68 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2017.

1. Tabaco. 2. Qualidade do solo. 3. Indicadores. 4. Diagnóstico. I. Lima, Ana Cláudia Rodrigues de, orient. II. Casalinho, Hέλvio Debli, coorient. III. Título.

CDD : 631.521

Rafael Barcellos Nunes

Avaliação da qualidade do solo, sob cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas - RS.

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 30.03.2017

Banca Examinadora:

.....
Prof^a. Dr^a. Ana Cláudia Rodrigues de Lima (Orientadora)
Doutora em Qualidade do Solo – Wageningen University/Holanda

.....
Dr. Ernesto Álvaro Martinez
Doutor em Agronomia – Universidade Federal de Pelotas

.....
Prof^a. Dr^a. Tânia Beatriz Gamboa Araújo Morselli
Doutora em Produção Vegetal – Universidade Federal de Pelotas

.....
Dr^a. Samira Jaber Suliman Audeh
Doutora em Agronomia – Universidade Federal de Pelotas

Aos meus amados pais, Jesus Aires Nunes e Bernadete Barcellos Nunes, sempre com dedicação e amor me incentivaram e apoiaram, apesar das dificuldades, dedico.

Agradecimentos

A Deus, que me deu a vida e a força pra seguir sempre adiante.

À Universidade Federal do Pelotas, através do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar (SPAF), pela formação acadêmica e possibilidade de realização deste trabalho.

À Prof^a. PhD. Ana Cláudia Rodrigues de Lima, pelos ensinamentos, dedicação, incentivo e carinho.

Ao Prof^o. Dr. Hélio Debli Casalinho, pelos ensinamentos, conselhos e amizade.

A todos os professores da pós-graduação pelos ensinamentos durante o curso, em especial ao professor Flávio Sacco dos Anjos, pelo incentivo em cursar o mestrado.

Aos laboratoristas, Paulo Luiz da Luz Antunes e Rosimeri Trecha Fabese, pela ajuda com as análises.

Aos estagiários, Júlia Reginato, Niziéli Cazarotto, Marcelo Peres, Marcos Rosa e Tamires Ribeiro, pela ajuda e companheirismo.

Aos meus pais Jesus Aires Nunes e Bernadete Barcellos Nunes, que sempre me apoiaram e incentivaram com muito carinho e amor.

Aos meus irmãos, Gabriel Barcellos Nunes, Daniel Barcellos Nunes, Michel Barcellos Nunes e Isabel Barcellos Nunes, pela amizade e apoio.

À minha noiva, Ana Rita de Almeida Caniela, pela compreensão, incentivo, carinho e amor.

A todos os meus amigos que sempre me apoiaram e incentivaram.

Às amigas firmadas durante o decorrer do mestrado, em especial aos amigos Juciano Gabriel da Silva e Jose Manuel Ochoa pelo auxílio no desenvolvimento das atividades.

Aos agricultores, que gentilmente aceitaram participar deste estudo sempre contentes em nos receber em suas propriedades.

À Cooperativa Sul Ecológica, pelo apoio e parceria.

Ao CAPA, pelo apoio e parceria.

À CAPES pelo suporte através da concessão de bolsa de auxílio financeiro para execução deste trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram com este trabalho.

Resumo

NUNES, Rafael Barcellos. **Avaliação da qualidade do solo, sob cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.), em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas- RS.** 2017. 68p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

O tabaco é uma cultura de grande importância econômica no Brasil, sendo esse o segundo produtor mundial. O estado do Rio Grande do Sul é o maior produtor Brasileiro. O município de Pelotas mesmo não caracterizando-se como um grande produtor de tabaco, a cultura representa uma fonte geradora de renda muito importante. Entretanto, o cultivo de tabaco ocasiona diversos problemas relacionados ao mau uso do solo, haja visto, que o referido cultivo é muito intenso, o que causa muitos desgastes ao solo. O objetivo deste trabalho foi, portanto, construir um diagnóstico da qualidade do solo em áreas submetidas ao cultivo do tabaco, com no mínimo 15 anos de produção contínua, localizadas no município de Pelotas, RS. Para se construir este diagnóstico foram avaliadas, além das áreas com tabaco, áreas adjacentes com vegetação nativa. Para mensurar a qualidade do solo foram selecionados uma cesta de indicadores, contemplando as propriedades físicas, químicas, biológicas e microbiológicas do solo. As quais foram: densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, resistência a penetração, diâmetro médio ponderado dos agregados, pH, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, teor de Al e Na, macronutrientes (K, P, Ca, Mg), micronutrientes (Mn, Zn, Cu), relação de ácaros e colêmbolos (mesofauna), minhocas (macrofauna), carbono da biomassa microbiana, respiração basal e quociente metabólico. Os resultados químicos mostram alterações significativas quando comparadas às vegetações nativas, principalmente pela perda de matéria orgânica e menor capacidade de troca de cátions da área cultivada com tabaco. Já os físicos apresentam valores estatisticamente inferiores aos da vegetação nativa, principalmente em relação aos valores de diâmetro médio ponderado. Os indicadores biológicos mostram valores abaixo do recomendado. Por sua vez, os indicadores microbiológicos apresentam valores inferiores para o carbono da biomassa microbiana nas áreas cultivadas. Neste sentido, concluiu-se que a produção intensiva de tabaco ocasiona perdas na qualidade do solo como um todo.

Palavras Chaves: tabaco; qualidade do solo; indicadores; diagnóstico.

Abstract

NUNES, Rafael Barcellos. **Soil quality evaluation, under cultivation of Tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) on family farms in the municipality of Pelotas, RS.** 2017. 68p. Dissertation (Master's). Postgraduate Program in Family Agricultural Production Systems. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2017.

Tobacco is a crop of great economic importance in Brazil, being this the second largest producer in the world. Rio Grande do Sul is the largest Brazilian producer. The municipality of Pelotas, even though it is not characterized as a major tobacco producer, this crop represents to the municipality a very important source of income. However, the cultivation of tobacco causes several problems related to the soil, since it has been intensively cultivated, which causes many wear to the soil. The objective of this work was, therefore, to construct a soil quality diagnosis in areas submitted to tobacco cultivation, with at least 15 years of continuous production, located in the city of Pelotas, RS. In order to construct this diagnosis, in addition to the areas with tobacco, adjacent areas with native vegetation were evaluated. In order to measure soil quality, a minimum data set of indicators was selected, considering the physical, chemical, biological and microbiological attributes of the soil. Soil density, total porosity, microporosity, macroporosity, penetration resistance, weighted average diameter of the aggregates, pH, organic matter, cation exchange capacity, content of Al and Na, macronutrients (K, P, Ca, Mg), micronutrients (Mn, Zn, Cu), mite and colophy (mesofauna) relationship, earthworms (macrofauna), microbial biomass carbon, basal respiration and metabolic quotient. The chemical results showed significant changes when compared to the native vegetation, mainly due to the loss of organic matter and lower cation exchange capacity of the cultivated area with tobacco. On the other hand, the physical indicators presented statistically lower values, mainly to the weighted average diameter and the biological indicators presented values below the recommended one, but without statistical differences between the areas. In turn, the microbiological indicators presented lower values for microbial biomass carbon in the cultivated areas and there was no significant difference in relation to the basal respiration evaluated in the areas. In this sense, it was concluded that the intensive production of tobacco caused losses in the quality of the soil as a whole.

Keywords: tobacco; Soil quality; Indicators; diagnosis.

Lista de figuras

Figura 1. Mapa da classificação dos solos do município de Pelotas-RS com a localização do conjunto dos agroecossistemas estudados (CUNHA et al. 1996)	34
Figura 2. Vista aérea dos agroecossistemas estudados, através do software Google Earth Pro.....	36
Figura 3. Camalhões na linha de plantio de tabaco.....	37
Figura 4. Estagio fenológico da cultura no momento das coletas do solo.....	38
Figura 5. Precipitação Pluviométrica e normal para o ano de 2015 na Região de Pelotas-RS.....	45

Lista de tabelas

Tabela 1. Proporções relativas das frações granulométricas e respectiva classe textural dos solos nas propriedades agrícolas familiares em estudo. Pelotas-RS, 2016.....	33
Tabela 2: Valores médios dos indicadores físicos da área cultivada com tabaco (AC) e da área de vegetação nativa adjacente (VN) de todos os agroecossistemas estudados.....	42
Tabela 3: Valores médios dos indicadores químicos da área cultivada com tabaco (AC) e da área de vegetação nativa adjacente (VN) de todos os agroecossistemas estudados.	49
Tabela 4: Valores médios dos indicadores biológicos e microbiológicos das áreas cultivadas com tabaco (AC) e das áreas de vegetação nativa adjacente (VN) de todos os agroecossistemas estudados.	52

Lista de Abreviaturas e Siglas

AFUBRA	Associação dos Fumicultores do Brasil
ATER	Assistência Técnica e Extensão Rural
Cfa	Clima subtropical úmido ou temperado
CAPA	Centro de Apoio e Promoção a Agroecologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
DERAL	Departamento de Economia Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAEM	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQS	Indicador de Qualidade do Solo
ITEPA	Instituto Técnico de Pesquisa e Assessoria
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MDS	Ministério do Desenvolvimento Social
ONU	Organizações das Nações Unidas
PR	Paraná
QS	Qualidade do Solo
RS	Rio Grande do Sul
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento
UFPeI	Universidade Federal de Pelotas

Sumário

1. Introdução	13
2. Revisão de literatura.....	16
2.1 Agricultura familiar e a cultura do tabaco.....	16
2.2 O manejo do sistema solo – água – planta no cultivo do tabaco.....	19
2.3 Qualidade do solo e sustentabilidade dos agroecossistemas	22
2.4 Indicadores de qualidade de solo (IQS)	24
2.5 Efeitos do cultivo convencional do tabaco sobre a qualidade do solo	27
3. Material e Métodos.....	31
3.1 Processo de seleção dos agroecossistemas	31
3.2 Caracterização da região de estudo	32
3.2.1 Clima.....	32
3.2.2 Solo.....	32
3.3 Seleção dos indicadores da qualidade do solo	35
3.4 Procedimentos de amostragem de solo, à campo, e avaliação dos indicadores	37
3.4.1 Avaliações físicas	38
3.4.2 Avaliações químicas.....	39
3.4.3 Avaliações biológicas.....	39
3.5 Análise dos resultados.....	40
4. Resultados e Discussão.....	41
4.1 Caracterização dos sistemas de manejo utilizados	41
4.2 Avaliação da QS.....	42
4.2.1 Avaliação dos indicadores físicos.....	42
4.2.2 Avaliação dos indicadores químicos	47
4.2.3 Avaliação dos indicadores biológicos e microbiológicos	52
5. Conclusões	56
6. Referências Bibliográficas	57
Apêndices	70

1. Introdução

O tabaco é uma planta denominada cientificamente *Nicotiana tabacum* L., pertencente à família Solanaceae, sua origem segundo Soares, et al. (2008) é da América do Sul e o uso de sua folha quando seca pode ser destinada para fumar, mascar ou aspirar (FIGUEIREDO, 2008). Segundo Etges (1991), existem muitas variedades de tabaco, as mais consagradas são a *Nicotiana tabacum*, difundida pela suavidade e aroma delicado, e a *Nicotiana rústica*, mais forte e de paladar menos agradável, sendo usada, por exemplo, em algumas Regiões na Rússia. O nome científico atribuído ao tabaco se deu pela presença de um componente químico que conhecemos como nicotina, um estimulante do sistema nervoso central.

Sua chegada ao Brasil ocorreu, provavelmente, pela migração de tribos tupis-guaranis. O contato dos portugueses com os índios lhes possibilitou que tivessem conhecimento da cultura. No século XVI, através da disseminação pela Europa alcançou prestígios mundiais (NARDI, 1985; NARDI, 1996; DENARC – PR, 2011).

Embora a cultura seja de grande importância econômica no Brasil, vários são os problemas relacionados a área de cultivo, os quais principalmente estão relacionados ao mau uso do solo, que está associado com o sistema convencional de preparo do mesmo, realizado pela maioria dos produtores. Tais práticas incorporam os resíduos orgânicos, deixando o solo exposto ao impacto da gota da chuva e às oscilações diárias de temperatura, podendo degradar o solo.

Para o controle de doenças e insetos utilizam-se diversas práticas, as quais consistem em uso de mudas saudáveis, variedades resistentes, tratamentos culturais adequados, controle biológico, controle químico com agrotóxicos e utilização conjunta dessas técnicas (manejo integrado) (FACHINELLO; NACHTIGAL, 1996).

O controle de plantas espontâneas é realizado através de capinas manuais, mecanizadas e também agrotóxicos (FLECK; CANDEMIL, 1995).

Com isso, são vários os fatores que podem levar à degradação da qualidade do solo (QS) das áreas com cultivo de tabaco, os quais se destacam: uso intensivo do solo, sistema de manejo convencional, tipos de solos

suscetíveis a processos erosivos, declividade acentuada e utilização de agrotóxicos (SEQUINATTO, 2007). Sendo a QS definida como “a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, sustentando a produtividade e a saúde das plantas, dos animais e homens” (DORAN; PARKIN, 1994; DORAN, 1997).

Neste sentido, o presente estudo foi desenvolvido em propriedades agrícolas de base familiar no município de Pelotas, tendo como um dos motivos deste estudo, o fato destas representarem, de modo significativo, as condições de cultivo dessa cultura nas diversas microrregiões que fazem parte das áreas produtoras de tabaco no Território Zona Sul do Rio Grande do Sul.

Outro motivo para realização deste estudo foi a escassez de trabalhos sobre tabaco neste território, e o potencial valioso que os resultados proporcionarão como subsídios àquelas instituições que buscam alternativas para substituir essa cultura no contexto da atividade agrícola de base familiar na região, bem como, verificar como a QS se altera/modifica frente aos problemas existentes nos sistemas de cultivo do tabaco, para a qual foram utilizados diferentes indicadores de QS.

Além disso, o estudo ora apresentado vem se somar com a chamada pública de diversificação em áreas com tabaco nº 06/2013, relacionada ao programa de ATER e coordenada pelo Centro de Apoio e Promoção a Agroecologia (CAPA) – parceiro desta pesquisa. Esta chamada faz parte do Programa de Diversificação por meio do “Projeto de ATER em Rede para consolidação do processo de diversificação produtiva e sustentável da agricultura familiar em áreas cultivadas com tabaco em municípios do Território da Cidadania Zona Sul do Estado/RS”, especificamente o Lote 5, compreendendo a Região conhecida como “Sudeste Rio-grandense.”

Diante do exposto, o objetivo geral do trabalho foi construir um diagnóstico da QS em áreas submetidas ao cultivo do Tabaco (*N. Tabacum* L.), localizadas no município de Pelotas, RS, tendo como objetivos específicos:

- a) Caracterizar o manejo do sistema solo-água-planta utilizados pelos agricultores.
- b) Definir e avaliar um conjunto de indicadores físicos, químicos, biológicos e microbiológicos da QS.

- c) Identificar limitações e/ou potencialidades do solo decorrentes da avaliação dos indicadores utilizados.

2. Revisão de literatura

2.1 Agricultura familiar e a cultura do tabaco

Para o Ministério de Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) agricultura familiar é caracterizada pela forma de como é gerida a propriedade, onde os agricultores são os responsáveis não só pelo trabalho, mas também pela gestão da produção, na qual, dão prioridade à diversificação e utilização do trabalho da própria família, por vezes, buscando trabalho assalariado (MDS, 2016).

Também corrobora com esta ideia Buainain (2006), o qual destaca que a agricultura familiar visa a diversificação da produção, ou seja, produz uma variedade grande de espécies alimentícias e não alimentícias. Esta diferenciação está relacionada diretamente com alguns fatores, dentre os quais, a formação dos grupos ao longo da história, heranças culturais, a própria experiência de vida e profissional, bem como a disponibilidade de recursos, sejam eles capitais ou naturais. Dentre os fatores desta diferenciação o autor destaca alguns pontos importantes, como as paisagens agrárias distintas uma das outras e disponibilidade diferentes de mercado que resulta na inserção socioeconômica dos produtores. Estas diferenciações acabam definindo o perfil do produtor conforme a necessidade e disponibilidade, que resultam tanto das condições particulares dos vários grupos como de oportunidades criadas pelo movimento da economia como um todo, através das políticas públicas e outras ações relacionadas à economia (BUAINAIN, 2006).

Deste modo, uma das culturas que se destaca pela produção agrícola de base familiar é o tabaco, cultura não alimentícia, porém, de muita importância econômica. Segundo Bonato (2007, p5), esta importância no País se deu a partir do século XVII no Brasil Colonial.

Do fim do período colonial (1808) até o início do século XX, o fumo brasileiro diversificou-se, tanto em nível espacial (áreas cultivadas), como no processo de industrialização e comercialização. Nas três primeiras décadas do século XX, ocorreu a concentração espacial, agrícola e industrial, assim como o estabelecimento das estruturas atuais. O fumo passou a ser cultivado também em Minas Gerais, Goiás, São Paulo e, sobretudo, no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, com a chegada dos imigrantes europeus, principalmente os alemães e italianos, com ênfase particularmente nas colônias de São Leopoldo e Santa Cruz do Sul – RS (BONATO, 2007, p.5).

A fumicultura brasileira caracteriza-se pela sua exploração em pequenas áreas onde muitos agricultores nem possuem terra, são arrendatários ou meeiros. Segundo a pesquisa realizada pela Associação dos Fumicultores do Brasil – AFUBRA e pelo Departamento de Economia Rural –DERAL/PR, a área média das propriedades que cultivam tabaco é de 17 ha de terra. Neste contexto, a produção de tabaco é uma atividade realizada em sua maioria pelos agricultores em que a mão de obra é da própria família, e quando necessita ser complementada faz-se através de troca de dias com vizinhos (SEAB/DERAL, 2013).

No cenário atual o tabaco é uma das culturas não alimentícias de grande importância em mais de 150 países, além disso, sua cadeia produtiva envolve aproximadamente 2,4 milhões de pessoas em todo o mundo. Destacando-se os fabricantes de agroquímicos, vendedores de máquinas e implementos agrícolas, transportadores, distribuidores, safristas, trabalhadores em usinas de processamento, exportadores, fabricantes de cigarros, varejistas e agricultores produtores de tabaco (AFUBRA, 2016).

Na safra 2013/2014 o Brasil alcançou 735 mil toneladas, mantendo-se em destaque no cenário mundial como o 2º maior produtor, ficando atrás apenas da China. Entretanto é o maior exportador, posição que ocupa desde o ano de 1993. Do total produzido, 85% destina-se ao mercado internacional. Clientes de todo o mundo – 96 países – são abastecidos com o tabaco brasileiro. Em 2014 as exportações do setor alcançaram 476 mil toneladas e divisas de US\$ 2,5 bilhões/FOB (PORTAL DO TABACO, 2015).

A região Sul é responsável por cerca de 90% da produção do país, destacando-se como maiores produtores os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, produzindo na safra 2013/2014 respectivamente, 52%, 29% e 19%, gerando aproximadamente 30 mil empregos diretos nas empresas do setor concentradas na região Sul do País (PORTAL DO TABACO, 2015).

A produção de tabaco no Rio Grande do Sul, assim como em todo o país, é intensiva em mão-de-obra. Segundo a Associação de Fumicultores do Brasil (AFUBRA), o estado possui 165.000 produtores integrados na safra 2014/2015. Dentre os municípios que mais produzem no Estado, se destacam

os municípios de Venâncio Aires, Canguçu e São Lourenço do Sul (PORTAL DO TABACO, 2015).

O município de Pelotas, embora não caracterizado como um grande produtor de tabaco, tem 3.730 hectares plantados, com produção, na safra de 2012, de 8.952 toneladas IBGE (2012). Neste contexto a cultura se caracteriza de fundamental importância econômica, tendo um número grande de agricultores envolvidos, representando desta forma uma cultura que gera renda ao município.

Pelotas possui uma área territorial de 1.610,084 Km² e uma estimativa populacional de 343.6531 habitantes (IBGE, 2016). Segundo o ITEPA (2008), a população relativa residente no meio rural do município correspondia a 4,92% dos habitantes, em contraste com os 95,08% do espaço urbano.

Segundo Finatto & Corrêa (2011), o município desenvolve atividades diversificadas em relação à produção agropecuária, onde as menores áreas agrícolas estão situadas em locais de relevos movimentados, em que há vários tipos de cultivos, com destaque para pêssego, tabaco, milho, feijão e hortigranjeiros.

O cultivo de tabaco começou a desenvolver-se nesta região a partir da década de 60, chegando no ano de 1996 em uma área cultivada de 2.422 ha (IBGE, 1996). O crescimento das últimas décadas está relacionado à dificuldade de comercialização de outros produtos tradicionalmente cultivados no município, como a cebola, a batata e o milho (AGOSTINETTO et al., 2000).

A comercialização do tabaco ocorre por meio do sistema integrado de produção (SIP), o qual os agricultores são participantes. Neste sistema as indústrias fornecem as sementes, os insumos e a assistência técnica, garantindo também a compra do fumo, em folha, produzido pelos fumicultores “integrados”. Para a inserção ao sistema os agricultores precisam seguir os padrões de produção, volume e qualidade do tabaco, além de garantirem a exclusividade no fornecimento do tabaco (FIGUEIREDO, 2008).

No Brasil, há duas cultivares de tabaco mais produzidas: o Burley e o Virgínia. Pelos dados nacionais observa-se que o tabaco Virgínia tem uma produção mais expressiva que o Burley: na safra 2011/12 foram produzidas respectivamente 620.730 e 91.090 toneladas (AFUBRA 2015).

Entretanto, os produtores de tabaco acabam tendo vários problemas relacionados ao uso do solo. Isto se deve ao fato de estarem inseridos em propriedades pequenas, geralmente com relevos muito movimentados aliados a práticas de manejo inadequadas, como o manejo convencional de preparo do solo.

2.2 O manejo do sistema solo – água – planta no cultivo do tabaco

Embora neste estudo a ênfase seja o sistema convencional de preparo do solo, cabe aqui destacar as diferenças entre os três sistemas de manejo, convencional, mínimo e direto.

O preparo convencional do solo pode ser definido como o revolvimento de camadas superficiais, através da utilização da aração e gradagem (SANTIAGO & ROSSETTO, 2007). Em relação ao cultivo mínimo, este consiste em práticas que utilizem do mínimo de revolvimento, preservando o solo e a manutenção dos resíduos vegetais, para isto utiliza-se de escarificações e gradagens leves (EMBRAPA, 2005). O Sistema de plantio direto, utiliza práticas que podem ser definidas como conservacionista do solo, ou seja, sem utilização de revolvimento, no qual a semente é colocada diretamente no sulco ou cova. Desta maneira não se faz necessário as operações de aração, gradagens, escarificações e outros métodos convencionais de preparo do solo (MUZILLI, 1981).

No que refere-se a produção de tabaco, esta envolve uma série de processos os quais vão desde a produção de mudas até sua classificação para a comercialização.

Quanto ao seu cultivo, o tabaco pode ser produzido em uma grande amplitude de climas, entretanto necessita de 90 a 120 dias sem geadas, cobrindo desde a fase de transplante ao final da colheita. Para um ótimo desenvolvimento necessita temperatura média diária entre 20 e 30 °C. A cultura é sensível ao encharcamento e exige solos bem arejados e drenados (DOORENBOS & KASSAN, 1994).

Referente ao sistema convencional as práticas agrícolas para preparo do solo são a aração e gradagem variando época e profundidade de preparo em função das condições climáticas, relevo e características do solo local. Tais

práticas incorporam os resíduos orgânicos, deixando o solo exposto ao impacto da gota da chuva e às oscilações diárias de temperatura.

Outra técnica bastante utilizada é o uso de camalhões na linha de plantio, pois este método proporciona melhor aeração do solo, favorecendo o desenvolvimento das raízes e facilitando a absorção de água e nutrientes. A altura e largura do camalhão é influenciada por alguns fatores, tais como tipo de solo, declividade e histórico de chuvas (SOUZA CRUZ, 2010).

Pellegrini (2006), em estudo realizado no município de Agudo, região da depressão central do Rio Grande do Sul, observou que o agricultor optou pela utilização de implementos de tração animal para o preparo do solo, tais implementos foram arados de aiveca reversível e grades modelo triangular com pinos. Outro equipamento utilizado foi arado de aiveca reversível, este referente à construção dos camalhões.

Em relação aos camalhões após a capina, Antoneli (2011) ao avaliar suas construções, observou que a altura dos mesmos chegou a 15 cm em média, no entanto, com a reconstrução que foi realizada os camalhões passaram a ter 35 cm em média.

Zaluski e Antoneli (2013) em estudo na Região Centro-Sul do Paraná, em área de cultivo convencional de tabaco, utilizaram manejo do solo semelhante ao deste estudo. Para prepararem o solo para o plantio do tabaco os implementos foram arado de disco, grade de disco e encanteirador para a construção dos camalhões, processo o qual foi realizado no final do mês de agosto já que no início de setembro efetuou-se o plantio. Posteriormente realizaram nas entre-linhas a capina das ervas daninhas com capinadeira de tração animal.

Para a produção de mudas os agricultores recebem as sementes da empresa, a qual são integrados, e utilizam sistema denominado "Floating", que consiste em colocar as sementes em bandejas com substrato e deixá-las em torno de 60 dias em uma piscina com uma lâmina de 8 a 16 cm de água e produtos químicos em túnel coberto por plástico (UNIFUMO, 2016).

Segundo Hemann (2009), o transplante das mudas deve ocorrer com boa umidade no solo, o que ocorre normalmente logo após as precipitações adequadas. Além disso, deve-se escolher fazer o transplante em dias nublados e sem vento utilizando mudas saudáveis com aproximadamente 20 cm de altura.

Para Rubin (2004) a adubação e calagem nas áreas de plantio devem ser realizadas sempre com base na análise química do solo, faz-se adubação de base e de cobertura. A adubação de base consiste em fertilização antes do transplante e varia de 500 kg.ha⁻¹ a 800 kg.ha⁻¹ de fórmulas de fertilizante. O autor destaca também que no mercado é possível encontrar formulações específicas para a cultura do tabaco, as quais possuem no máximo 6% de cloro (Cl), nutriente este que quando usado em excesso afeta a qualidade da folha de fumo e a combustibilidade do cigarro.

Rubin (2004) salienta que a adubação de cobertura é realizada na área entre 15 e 30 dias após o transplante, em média utiliza-se de 500 kg.ha⁻¹ a 600 kg.ha⁻¹ de fórmulas de nitrogênio (N) potássio (K). Rubin sugere as seguintes fórmulas: 15:00:14, 15:00:15, 22:00:25, 26:00:25 ou semelhantes. As mesmas podem ser parceladas durante o ciclo para evitar perdas por lixiviação.

No estudo de Pellegrini (2006), no município de Agudo/RS, a adubação do solo para a cultura do tabaco foi baseada na quantidade recomendada pelas agroindústrias fumageiras, com 850 kg.ha⁻¹ da fórmula 10:18:20 de NPK no transplante e duas coberturas com salitre do Chile, aos 40 e 68 dias após o transplante, aplicando aproximadamente 900 kg.ha⁻¹ da fórmula 23:00:12 de NPK.

O suprimento de nitrogênio na cultura de tabaco se faz através do suprimento de fertilizantes nítricos, os quais são absorvidos de forma imediata pela planta, desta forma não se utiliza ureia devido a sua lenta absorção e por seu uso ocasionar resíduos na folha (RUBIN, 2004).

Outro importante trato realizado pelos produtores na cultura do tabaco é a capação, a qual consiste na quebra da parte superior da planta (botão floral). Segundo a UNIFUMO (2016), os produtores realizam o procedimento em média 70 dias após o transplante, tendo como objetivo impedir que os nutrientes absorvidos pela planta sejam enviados diretamente às flores, o que resultaria em produção de sementes, dificultando o desenvolvimento das folhas (SOUZA CRUZ, 2010).

Em estudo realizado por Zaluski e Antoneli (2013), na Região Centro-Sul do Paraná, em área de cultivo convencional de tabaco, a capação é realizada no mês de dezembro, cerca de 75 dias após o plantio. Para realização desta,

aplica-se agrotóxico, o qual atua inibindo o desenvolvimento dos meristemas das gemas axilares sem afetar o desenvolvimento das folhas.

A colheita do tabaco é realizada em média 10 dias após a capação do tabaco, observando-se o ponto de maturação das folhas (SOUZA CRUZ, 2010). Para uma melhor decisão do momento da colheita observa-se na lavoura as folhas de tabaco nas primeiras horas da manhã, evitando assim a colheita de folhas amarelas devido a períodos de estiagens e de folhas que ainda não estão maduras (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2011).

O ponto de colheita do tabaco se dá quando as folhas inferiores atingem características de maturação, tais como: talo esbranquiçado, perda de pilosidade, folha quebrando fácil no caule, presença de manchas necróticas nas folhas e cor verde pálida (SOUZA CRUZ, 2010).

O último processo realizado antes da classificação e comercialização do tabaco é a cura, que consiste na perda de água, mudança de cor e uma série de transformações bioquímicas. As transformações do processo de cura são essenciais para a característica de sabor específico às diferentes marcas de cigarros (SOUZA CRUZ, 2010).

2.3 Qualidade do solo e sustentabilidade dos agroecossistemas

A preocupação com a QS ganhou destaque da comunidade científica no início da década de 90, tal fato se deve ao reconhecimento da importância do solo para a qualidade ambiental. A partir deste ponto iniciaram pesquisas sobre a degradação dos recursos naturais e a sustentabilidade agrícola relacionadas com a preservação do solo (LAL & PIERCE 1991).

Os autores citados no parágrafo anterior, foram fundamentais na discussão conceitual da QS e alertaram sobre a relação do manejo do solo e a sustentabilidade da agricultura, destacando que a ênfase não está em maximizar a produção, mas sim em otimizar o uso do recurso e sustentar produtividade por um longo período.

Nesta época, nos Estados Unidos da América do Norte, surgiram as primeiras discussões sobre QS e assim a filosofia de trabalho do Instituto Rodale ficou mais conhecida através da divulgação destas ideias, a qual fundamenta-se em que a saúde das pessoas está intimamente relacionada à

saúde do solo. Harberern (1992), presidente do instituto, encorajou pesquisadores e estudantes a divulgarem mais este tema, exaltando que para resolver os problemas da saúde humana é necessária uma agricultura voltada para produzir alimentos de forma regenerativa, garantindo a saúde do homem a partir da saúde do solo.

No mesmo ano, a *American Journal of Alternative Agriculture* (1992) dedicou dois números à QS, nos quais os trabalhos divulgados preocuparam-se em relacionar a sustentabilidade agrícola e QS, divulgando os primeiros conceitos sobre a natureza e a importância do tema.

A partir deste momento vários conceitos começaram a surgir, Larson & Pierce (1991), de forma mais singela, conceituaram a QS como “apto ao uso”, já Doran & Parkin (1994) trouxeram um conceito mais robusto, o qual refere-se como “a aptidão do solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado para sustentar a produtividade biológica, manter ou aumentar a qualidade ambiental e promover a saúde das plantas, animais e dos homens”.

A Sociedade Americana de Ciência do Solo seguiu a mesma linha das definições anteriores, definindo a QS como a “capacidade de um dado solo funcionar, dentro de um sistema natural ou manejado de forma a manter a produtividade vegetal e animal, manter ou melhorar a qualidade da água e do ar e suportar a saúde humana e habitacional” (KARLEN et al., 1997).

Gregorich et al. (1997) apresentam outra definição de QS, tendo como base o grau de aptidão de dado solo para um fim específico, ou seja, a função que o solo exerce em benefício à humanidade. Já outros autores destacam a forte correlação entre a QS e os fatores de formação do solo, como no caso de Norfleet et al. (2003). Neste sentido QS pode ser pensada como uma extensão (ramo) da pedologia, focada principalmente nas alterações e características de cada solo.

Embora haja várias outras definições de QS na literatura, para esta pesquisa usaremos como base referencial a definição proposta por Doran & Parkin (1994) e reformulada por Doran (1997): “QS é a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e de animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens”.

Entretanto, para mensurar a QS é preciso avaliar alguns indicadores que consigam refletir a atual condição do solo sob influência do manejo (VEZZANI & MIELNICZUK, 2009).

2.4 Indicadores de qualidade de solo (IQS)

Segundo Doran & Parkin (1994), os IQS devem identificar um conjunto de propriedades básicas do solo que possam elucidar processos do ecossistema como um todo e relacionar aos processos modelos já testados; integrar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; ser acessível a muitos usuários e aplicável às condições de campo; ser sensível a variações de manejo e de clima ao longo do tempo; e, quando possível, ser componente de banco de dados. Ademais devem ser práticos para o uso, tanto por cientistas, como por agricultores, extensionistas, ecologistas e instituições governamentais, numa ampla classe de situações ecológicas e sócio-econômicas (GRANATSTEIN e BEZDICEK, 1992; SANDERS, 1992; DORAN e PARKIN, 1994; SHERWOOD e UPHOFF, 2000). Outro fator importante é que os IQS devem ser fáceis de serem mensurados e aplicados (GREGORICH et al., 1994; SEYBOLD et al., 1998).

Referente à busca dos melhores IQS alguns autores se destacam, como por exemplo Larson & Pierce (1994) e Doran & Parkin (1994), os quais foram os pioneiros em trabalhar com o tema.

Segundo Arshad & Coen (1992), um bom IQS pode variar entre as características de cada região estudada, pois dependem dos fatores de formação do solo ou uso deste, bem como quais as funções que o solo irá desempenhar.

Neste sentido, Doran & Parkin (1994) propuseram um conjunto básico de IQS de ordem física, química e biológica do solo, são eles: textura, profundidade do solo e de raízes, densidade, infiltração de água, capacidade de armazenamento e retenção de água, conteúdo de água, temperatura, C e N orgânico total, pH, condutividade elétrica, N mineral (NH_4^+ e NO_3^-), fósforo, potássio, C e N da biomassa microbiana, N potencialmente mineralizável, respiração, C na biomassa em relação ao C orgânico total e respiração microbiana em relação à biomassa.

No intuito de contribuir com a definição dos melhores indicadores que mensuram a QS, Lima et al., (2008, 2011, 2013); Casalinho et al. (2007), apontam densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, umidade, resistência a penetração, diâmetro médio ponderado dos agregados e espessura do horizonte A, como indicadores físicos usualmente utilizados na avaliação da QS; enquanto pH, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, teores de Na e AL, macronutrientes (K, P, Ca, Mg), micronutrientes (Mn, Zn, Cu) são utilizados como indicadores químicos. A relação entre ácaros e colêmbolos (mesofauna), minhocas (macrofauna) e microbiológicos (respiração basal e biomassa microbiana) são exemplos de indicadores que contribuem para uma avaliação da qualidade biológica do solo como um todo.

Neste mesmo contexto, Zalameña (2008), em estudo realizado da região denominada Rebordo do Planalto/RS, em áreas sob cultivo convencional de batata utilizando como área de referência mata nativa, utilizou para avaliar a QS os seguintes indicadores: densidade do solo, estabilidade dos agregados, porosidade e condutividade hidráulica, pH, Matéria Orgânica, P, K, Ca, Mg e teor de Fe.

Baretta et al. (2008), em trabalho realizado no município de Campos do Jordão/SP, em quatro áreas com *Araucaria angustifolia* (Bert.), com o objetivo de avaliar a QS, utilizou como indicadores teores de P, K, Ca e Mg trocáveis, Carbono da biomassa microbiana (C orgânico total (COT) e número de Colêmbolos (Hexapoda: Collembola).

Já em estudo realizado em um Argissolo Vermelho de textura argilosa no município de Governador Valadares/MG, Rocha Junior (2012), optou pelos seguintes indicadores para mensurar a QS e níveis de degradação em pastagens: densidade do solo, porosidade total, macro e microporosidade, condutividade hidráulica, resistência a penetração, pH, Ca, Mg, Al, CTC, MO e V%.

Em estudo realizado por Supriyadi et al. (2014), na região montanhosa do Sindoro, Indonésia, em áreas cultivadas com tabaco e tendo a mata nativa como referência, com objetivo de identificar indicadores apropriados para avaliar a QS em plantas de tabaco, utilizaram: C orgânico total, pH, P e K (químico), profundidade do solo, densidade aparente, AWC (capacidade de

água disponível) e estabilidade dos agregados do solo (física) e qCO_2 , respiração do solo, carbono de biomassa microbiana (microbiológico).

Já em estudo realizado na região central do RS para mensurar a qualidade física do solo em áreas sob cultivo de tabaco, a partir de três sistemas de plantio: direto, cultivo mínimo e convencional, Bernardt (2015) utilizou como indicadores densidade do solo e resistência à penetração. Indicadores semelhantes utilizaram Luciano et al. (2008), em pesquisa realizada em Ituporanga/SC, sob sistema convencional de produção de tabaco tendo mata nativa como referência, sendo os seguintes indicadores: a porosidade do solo, macro e microporosidade, densidade, estabilidade de agregados, resistência a penetração e a taxa inicial de infiltração de água no solo.

Stöcker (2015), em estudo realizado no município de Pelotas/RS, em quatro vinhedos familiares no Território Zona Sul do Rio Grande do Sul, em Neossolos e Argissolos, utilizou como indicadores densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, diâmetro médio ponderado dos agregados, pH, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, macronutrientes (K, P, Ca, Mg), micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, Al e B), relação de ácaros/colêmbolos, Índice de Shannon, número de minhocas, respiração basal do solo e carbono da biomassa microbiana do solo.

Paula et al. (2015), em um estudo com o objetivo de elaborar um diagnóstico da QS em agroecossistemas sob cultivo de Pêssego, em agroecossistemas que predominam uma associação de Argissolo e Neossolos, utilizou indicadores obtidos através do saber acadêmico integrado ao saber localmente desenvolvido pelos agricultores, os quais foram densidade do solo, porosidade total, microporosidade, macroporosidade, taxa de infiltração da água, diâmetro médio ponderado dos agregados e espessura do horizonte A, pH, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, macronutrientes (K, P, Ca, Na, Mg), micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Al, Cu), relação de ácaros e colêmbolos (mesofauna) e minhocas (macrofauna) os quais foram mensurados através de entrevistas semi-estruturadas e análises laboratoriais.

Assim, não menos oportuno que as demais tentativas por busca de melhores indicadores, alguns pesquisadores acreditam que uma avaliação qualitativa da QS, através da percepção pessoal, neste caso dos agricultores, é

a aproximação ideal para identificação dos IQS (AUDEH et al., 2011; CASALINHO et al., 2007; LIMA et al., 2011; PAULA et al. 2015).

2.5 Efeitos do cultivo convencional do tabaco sobre a qualidade do solo

Muitos dos problemas relacionados ao cultivo de tabaco estão diretamente ligados com a pressão sobre os recursos naturais locais, a qual se dá pela prática de desflorestamento e pelo mau uso do solo, danificando com isso, a sua bioestrutura, assim como os mananciais aquíferos, devido às práticas de manejo e às técnicas inapropriadas desse padrão convencional predominante (LIMA, et al. 2005).

Desta forma, segundo Rheinheimer et al., (2003), o sistema de cultivo convencional tem apresentado diminuição drástica dos teores de matéria orgânica, atividade microbiológica e estabilidade de agregados nos solos.

Outro fator agravante, é a falta de outras áreas para o cultivo, o que acaba agravando a degradação destes solos ao longo do tempo (BARTON et al., 2004), o que pode culminar em um abandono das áreas cultiváveis, devido a menor produtividade (BAKKER et al., 2005).

Os sistemas de preparo do solo podem alterar algumas propriedades físicas do mesmo, e assim proporcionar diferentes relações. A densidade e a porosidade do solo, por exemplo, refletem o impacto dos estresses aplicados ao solo por estes sistemas e pelo tráfego de máquinas na área (KAY & ANGERS, 2000). Portanto, diferentes operações de preparo podem alterar as propriedades físicas do solo, tais como a densidade do solo, a porosidade e a resistência do solo à penetração das raízes. Estas alterações podem afetar a distribuição, a quantidade e a morfologia das raízes com reflexos no crescimento da parte aérea das plantas (KLEPKER & ANGHINONI, 1995).

O manejo convencional do solo potencializa a degradação dos solos nas áreas de cultivo de tabaco, indicando perda de solo elevadas (WOOD & WORSHAM, 1986; SLATTERY 1997, ANTONELI, 2011) levando a degradação dos recursos naturais (MERTEN & MINELLA 2006; PELEGRINI, 2006).

Em uma pesquisa de literatura realizada por Lecours et al. (2011) em Ottawa/Canada, os resultados identificaram muitos impactos ambientais negativos da produção de tabaco a nível local, muitas vezes associados aos

problemas sociais e de saúde. Além disso, o estudo demonstra que as práticas agrícolas comuns relacionadas com a cultura do tabaco, especialmente em países de baixa e média renda, levaram ao desmatamento e à degradação do solo. Por sua vez, a poluição agroquímica e o desmatamento ocasionam as interrupções ecológicas que levam a perda de serviços ambientais, incluindo recursos terrestres, biodiversidade e fontes alimentares, as quais tem um impacto negativo na saúde humana. Ainda neste sentido, o estudo identificou que as políticas e práticas das empresas multinacionais de tabaco contribuem para acentuar os problemas ambientais.

Estudo de Sequinato (2007), na micro bacia hidrográfica no município de Agudo (RS), inferiu que o cultivo do tabaco foi responsável pela degradação do ecossistema natural através do uso intensivo do solo. Para a autora as áreas onde se produz tabaco no estado, na sua maioria, estão inseridas em regiões com solos pedogeneticamente jovens, rasos e restritivos ao uso com cultivos anuais. Neste contexto, problemas de erosão, de manutenção, da capacidade produtiva, e de armazenamento da água por esses solos marginais são bastante comuns e conflitantes com a preservação do ambiente.

Já Silva & Mendonça (2007), destacam que o solo é essencial para a biota e atividades agrícolas, pois fornece nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas e de cultivares, sendo que a redução na MO (que é cerca de 5% do volume total) dos solos acarreta a perda na capacidade de resistência mecânica dos solos à erosão.

Neste sentido, em estudo realizado em propriedades familiares produtoras de tabaco, no estado do Paraná, as áreas que tinham certas restrições ao uso do solo a fumicultura, apresentaram as maiores perdas de solo, mesmo em áreas que o preparo deste não foi mecanizado. Além disso, a população de organismos do solo apresenta-se como uma fração sensível a variações nas práticas de manejo, como sistema de cultivo, adubação, calagem e aplicação de agrotóxicos. (ANTONELI, 2016).

Baretta et al. (2003) destacam que os sistemas de preparo e cultivo do solo podem modificar a densidade e diversidade dos grupos mais frequentes de organismos edáficos.

Desta forma, em estudos realizados por José et. al, (2013), no município de Agudo, RS, sob dois sistemas de manejo em tabaco, demonstraram a maior

quantidade de ácaros observados nas amostras de solo sob sistemas de cultivo mínimo, em comparação ao sistema convencional. Tais resultados mostraram que o sistema de cultivo convencional afeta a população biológica do solo.

Turšić et al. (2016) em estudo realizado na Faculdade de Agricultura de Zagreb/Croácia, com o objetivo de medir a compactação do solo em sistema convencional de cultivo de tabaco, observou-se um aumento do peso volumétrico do solo, além do aumento da densidade do solo, o qual ocasionou uma maior resistência a penetração nos solos cultivados com tabaco.

Em um estudo de caso em áreas de tabaco no distrito de Kushtia, divisão administrativa de Khulna Bangladesh, Kutub & Falgunnee (2015), tiveram como objetivo conhecer os impactos ambientais negativos do cultivo de tabaco. Neste sentido, os resultados da investigação revelaram que o cultivo do tabaco ocasiona impactos negativos sobre a agro-biodiversidade, qualidade da água e do solo, onde os autores verificaram que o solo e a água na área de estudo estavam contaminados com pesticidas e componentes químicos, observaram também a redução da fertilidade do solo e o aumento na poluição da água nas áreas investigadas.

Embora os problemas relacionados ao solo sejam bastante preocupantes, há de se considerar que as questões ligadas à saúde do produtor de tabaco sejam ainda mais graves, pois para a cultivo de tabaco ocorrem a utilização de diversos agrotóxicos, que vão desde os canteiros de mudas às lavouras, deixando o agricultor e sua família exposta a estes produtos tóxicos durante praticamente todo o ano (ALMEIDA, 2005). Não obstante, estudos ainda evidenciam que o tabagismo é um significativo fator de risco para quase 50 doenças diferentes (INCA, 1998; OMS, 2003; IGLESIAS et. al., 2007).

Assim, conseguimos apurar que mesmo sendo uma importante fonte de renda, o cultivo de tabaco tem sido bastante questionado, desde as questões ambientais e sociais até problemas relacionados com a saúde de quem o produz e do consumidor final.

Mediante a estes problemas, no final do século XX e início do século XXI, devido à forte pressão da sociedade civil, os 192 países considerados Estados-Membro da Organização Mundial da Saúde (OMS) elaboraram o primeiro tratado internacional de saúde pública, o qual foi denominado Convenção

Quadro para Controle do Tabaco (CQCT). Desta forma, coube ao Brasil, como um dos Países membros da OMS, a criação de diversas políticas públicas, das quais surgiu o Programa Nacional de Diversificação em Áreas Cultivadas com Tabaco, que foi ratificado pelo Senado Brasileiro em outubro de 2005, este foi criado como forma de atender aos artigos 17 e 18 da CQCT/OMS. Estes dispositivos determinam que os países promovam alternativas de produção aos fumicultores, as quais devem ser economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis.

Mas com isso, a expectativa é que a produção de tabaco brasileira sofra uma queda gradual daqui para frente. Outro fator que está influenciando a tendência de queda do cultivo do tabaco é a diminuição do número de consumidores no Brasil. Essa redução deve-se tanto às campanhas públicas antitabagistas quanto à inflação do preço do cigarro, que tem um impacto forte no bolso do consumidor (BRASIL, 2004; MIRRA et al, 2010; SINDIFUMO, 2011).

No que refere-se aos sistemas de produção de tabaco, esta revisão destaca a produção no sistema convencional, por ser o que ocasiona mais problemas para o solo. Deste modo, o presente estudo aborda a produção de tabaco sob esse sistema, com mais de 15 anos de cultivo nas áreas.

3. Material e Métodos

3.1 Processo de seleção dos agroecossistemas

A pesquisa foi desenvolvida com agricultores participantes da chamada pública (06/2013), denominada “ATER em Rede para consolidação do processo de diversificação produtiva e sustentável da agricultura familiar em áreas cultivadas com tabaco em municípios do Território da Cidadania Zona Sul do Estado/RS”, a qual é coordenada pelo Centro de Apoio e Promoção a Agroecologia (CAPA), e executada pela Cooperativa Sul Ecológica, parceiras deste estudo. Neste contexto, a proposta deste projeto surgiu a partir da necessidade de se obter um diagnóstico das condições do solo sob cultivo de tabaco, afim de se ter mais subsídios para se discutir a política de diversificação nestas áreas.

Assim as propriedades foram selecionadas juntamente com o CAPA e a Cooperativa Sul Ecológica, de forma que contemplassem características significativas da região, como paisagem, relevo e solo. Além disso, foram considerados os seguintes critérios:

- a) Disponibilidade das famílias em participar da pesquisa;
- b) Ter a produção de tabaco por no mínimo 15 anos;
- c) Ter o tabaco como principal atividade geradora de renda;
- d) Participar da chamada pública 06/2013;
- e) Ter a propriedade assistida pela Sul Ecológica e CAPA;
- f) Facilidade de acesso à propriedade;
- g) Ter um histórico do manejo do sistema solo-água-plantas.

A pesquisa foi realizada em agroecossistemas localizados na região da Santa Silvana, 6º distrito do município de Pelotas/RS, localidade onde estão representados um número maior de participantes da Chamada Pública 06/2013 realizada no município, onde quatro agroecossistemas representam 20% destas.

Na referida pesquisa adotou-se tratar as propriedades familiares com a denominação de agrossistemas, o qual consiste em unidade fundamental de estudo, nos quais os ciclos minerais, as transformações energéticas, os processos biológicos e as relações sócio-econômicas são vistas e analisadas

em seu conjunto (ALTIERI, 1989). Sendo assim, agroecossistema neste estudo será o conjunto das áreas constituídas pelas áreas cultivadas com tabaco (AC) e respectivas áreas de vegetação nativa (VN) àquelas adjacentes.

A caracterização do sistema de manejo utilizado pelo agricultores, foi realizada por meio de entrevistas do tipo semi-estruturadas, organizadas segundo metodologia proposta por HAGUETTE (2010), durante visitas às propriedades.

3.2 Caracterização da região de estudo

3.2.1 Clima

Os quatro agroecossistemas escolhidos estão localizados em uma região de clima, que segundo o modelo de classificação climática de Köppen, é do tipo Cfa (Clima Temperado Úmido com Verão Quente), com temperatura média de 17,8°C e a média da precipitação pluviométrica anual é de 1366,9mm. No período da coleta dos solos, as quais foram nos meses de dezembro de (2015) e janeiro de (2016), a pluviosidade e a temperatura média foram respectivamente: 112,45mm e 23,15°C, segundo dados meteorológicos de Embrapa (2016).

3.2.2 Solo

A área de estudo está inserida no denominado Escudo Sul-rio-grandense, onde predomina a associação de NEOSSOLOS e ARGISSOLOS (EMBRAPA, 2013; STRECK et al., 2008), apresentando relevo que varia de suave a forte ondulado. A ocorrência desses solos e condições de relevo foi verificada *in loco*, durante visitas às propriedades e confrontado com os estudos realizados pela Embrapa Clima Temperado (CUNHA e SILVEIRA, 1996) (Figura 1).

Para uma melhor identificação no mapa dos solos de Pelotas-RS, os quatro agroecossistemas foram georreferenciados, obtendo assim as seguintes coordenadas: Agroecossistema 1 (31°26'6.42"S e 52°19'16.20"O); Agroecossistema 2 (31°26'37.86"S e 52°19'40.85"O); Agroecossistema 3

(31°25'47.02"S e 52°18'31.74"O); Agroecossistema 4 (31°25'50.19"S e 52°18'53.41"O). A classe textural dos solos encontra-se na tabela 1.

Tabela 1. Proporções relativas das frações granulométricas e respectiva classe textural dos solos nas propriedades agrícolas familiares em estudo. Pelotas-RS, 2015.

ÁREA	ARGILA %	SILTE %	AREIA %	CLASSE TEXTURAL
AC1	17,77	22,28	59,94	Franco-Arenosa
AC2	14,58	19,58	65,88	Franco-Arenosa
AC3	13,42	15,78	70,80	Franco-Argilo-Arenosa
AC4	15,72	16,88	67,40	Franco-Argilo-Arenosa
VN1	25,63	12,7	61,68	Franco-Arenosa
VN2	20,59	12,01	67,40	Franco-Arenosa
VN3	16,47	17,30	66,23	Franco-Argilo-Arenosa
VN4	16,54	16,81	66,65	Franco-Argilo-Arenosa

AC- área cultivada, VN- área de vegetação nativa

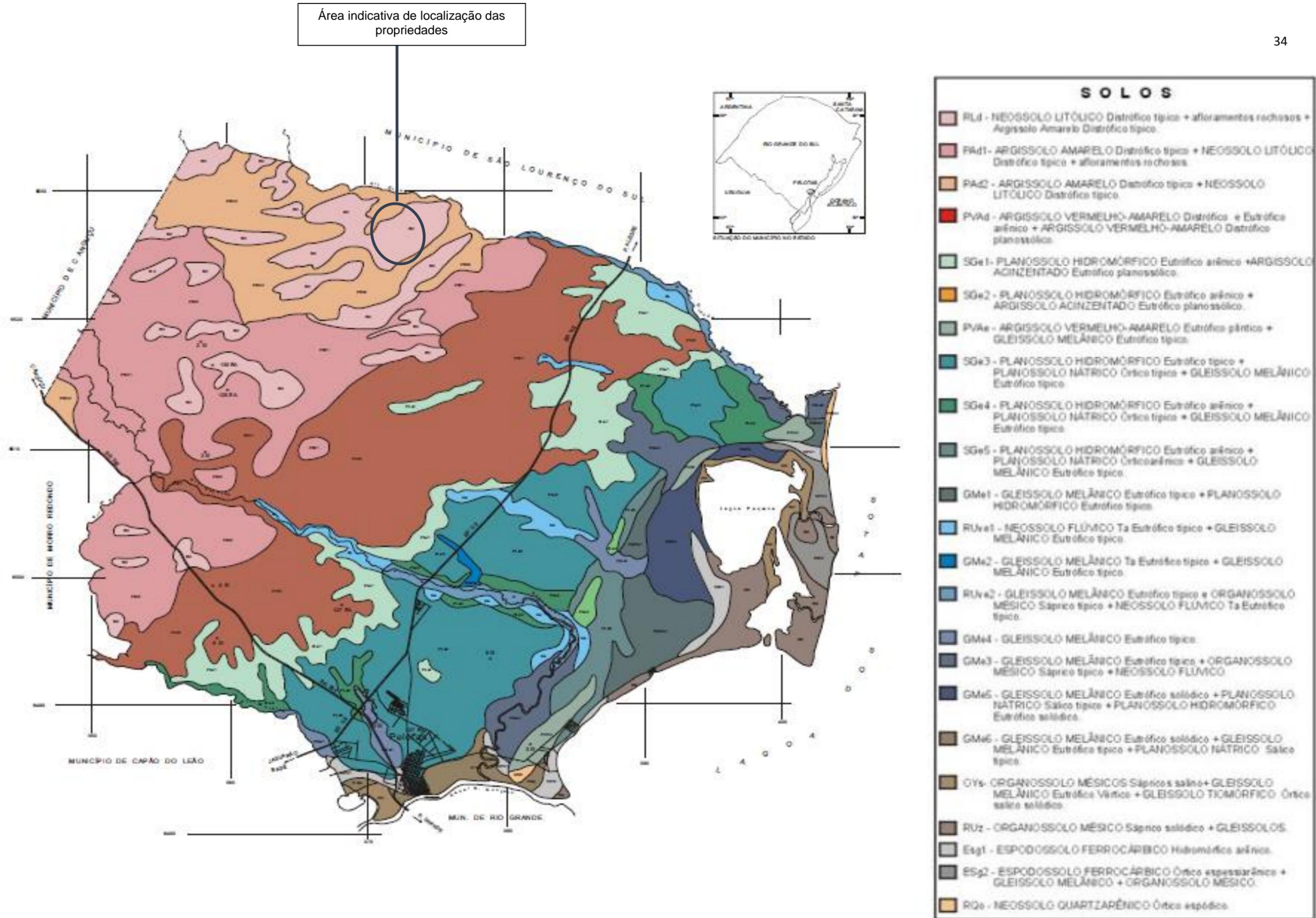


Figura 1: Mapa da classificação dos solos do município de Pelotas/RS com a localização do conjunto dos agroecossistemas estudados. Fonte: CUNHA e SILVEIRA. 1996.

3.3 Seleção dos indicadores da qualidade do solo

Para avaliar a QS foram utilizadas para amostragem, as áreas cultivadas com tabaco existentes nos agroecossistemas e áreas de vegetação nativa adjacentes a estas, as quais foram identificadas como AC1, AC2, AC3 e AC4, e VN1, VN2, VN3 E VN4, respectivamente (Figura 2).

A cesta de indicadores utilizada para a avaliação da QS foi definida a partir dos trabalhos de ALMEIDA et al., 2013; AUDEH et al., 2011; CASALINHO et al., 2007, 2011; LIMA et al., 2008, 2011, 2013; MORSELLI, 2009. Além disso, foram agregados à esse procedimento alguns indicadores que estão relacionados às condições de manejo do sistema solo-água-plantas aplicadas ao cultivo do tabaco que, sabidamente, podem influenciar na QS. Assim, a partir deste procedimento foram selecionados os seguintes indicadores: (1) **Físicos**: densidade (DS), porosidade total (Pt), microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma), resistência a penetração (RP) e diâmetro médio ponderado dos agregados (DMP); (2) **Químicos**: pH, matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) teor de Al e Na, macronutrientes (K, P, Ca, Mg), e micronutrientes (Mn, Zn, Cu); (3) **Biológicos**: relação entre ácaros e colêmbolos (RA/C) (mesofauna) e minhocas (Min) (macrofauna) e (4) **Microbiológicos**: respiração basal (RB), carbono da biomassa microbiana (CBM) e quociente metabólico (qCO_2).



Figura 3: Vista aérea dos agroecossistemas estudados, através do software Google Earth.
Fonte: Google Earth Pro, 2017.

3.4 Procedimentos de amostragem de solo, à campo, e avaliação dos indicadores

As áreas de cultivo de tabaco (AC) estão localizadas em glebas que se inserem nas três situações básicas do relevo, ou seja: parte alta, meia encosta e baixa, nas quais as amostras de solo foram coletadas. É importante salientar que o cultivo de tabaco é realizado sobre camalhões (figura 3), os quais são construídos na linha de plantio com cerca de 30 cm de altura. Desta forma, as coletas nas AC foram realizadas sobre os mesmos, na profundidade de 0-20 cm.



Figura 3: Camalhões na linha de plantio de tabaco.

Fonte: Autor, 2015.

As áreas de VN foram selecionadas de modo que representassem relevos semelhantes com as glebas das AC, neste sentido realizou-se as coletas também na parte alta, meia encosta e baixa do terreno, na profundidade de 0-20 cm. As áreas de VN compreenderam 3 áreas com mata nativa e outra com pastagem nativa, todas adjacentes as respectivas AC.

Em ambas as áreas, as coletas foram realizadas nos meses de dezembro e janeiro de 2015/2016, no caso das AC, quando a cultura estava na escala fenológica, proposta por Knies et al. 2011, 1C (época da primeira colheita) (figura 4).



Figura 4: Estágio fenológico da cultura no momento das coletas do solo.

Fonte: Autor, 2015.

3.4.1 Avaliações físicas

A coleta de solos para determinação da DS, Pt, Ma e Mi foi feita utilizando anel volumétrico de 86,75 cm³ para a AC1 e VN1, e para as demais áreas, anel volumétrico de 50,83 cm³, segundo procedimentos descritos no Manual de Análises de Solos (EMBRAPA, 2011). Assim, foram coletados cinco anéis em cada área estudada.

Para a análise granulométrica (BOUYOUCOS, 1927), foram realizadas cinco coletas deformadas por área, com auxílio de pá de corte. Os testes para determinar a RP foram realizados à campo em cinco pontos representativos por área, com a utilização de um penetrômetro digital modelo Falker PenetroLOG - PLG1020, que mede a força associada com a medição da profundidade.

Para realizar a análise do DMP foram coletadas cinco amostras deformadas, utilizando uma pá de corte, e sua determinação foi feita a partir da distribuição do tamanho de agregados estáveis em água, baseado no peneiramento úmido. Isto segundo o método desenvolvido por Kemper & Rosenau (1986), que utiliza o aparelho de oscilação vertical de Yoder (1936).

3.4.2 Avaliações químicas

Para as avaliações do teor de Al e Na, dos macronutrientes (K, P, Ca e Mg) e micronutrientes (Mn, Zn e Cu), foram coletadas em cada área estudada, cinco amostras compostas com estrutura não preservada, as quais foram analisadas seguindo metodologia de TEDESCO (1995).

De posse dos resultados avaliou-se os desempenhos destes indicadores, utilizando-se os valores apresentados como referências no Manual de Adubação e de Calagem editado pela CQFS (2016).

3.4.3 Avaliações biológicas

Para a mesofauna (ácaros e colêmbolos) foram coletadas cinco amostras deformadas distribuídas nas partes alta, média e baixa. Utilizando-se em cada área, um volume conhecido por meio de um anéis volumétrico de 392,07 cm³, submetidas a avaliações a partir do método de Funil de Tullgren (BACHELIER, 1978).

A contagem de minhocas foi realizada em cinco pontos representativos de cada área estudada, através do método descrito em USDA (1999), na profundidade de 0 a 20 cm e com 20 cm de largura, cuja massa de solo foi colocada numa bandeja de plástico para a triagem desse organismo à campo.

Para as avaliações microbiológicas, em cada área realizaram-se cinco coletas de solos com amostras deformadas. O CBM foi avaliado conforme Vance et al. (1987), porém utilizando forno de microondas para eliminar os microorganismos (FERREIRA et al., 1999). A avaliação da RB foi realizada conforme a metodologia descrita por Jenkinson & Powlson (1976). O quociente metabólico foi calculado por meio da razão entre RB e CBM, conforme metodologia descrita em Silva et al. (2007).

Todas as análises realizadas seguiram as rotinas utilizadas pelos laboratórios de física, química, biologia e microbiologia do Departamento de Solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel-UFPel.

3.5 Análise dos resultados

Os dados obtidos nas AC foram comparados estatisticamente com os resultados do solo das VN, afim de se ter uma noção de como é a área natural e quais foram as modificações nestas após 15 anos de cultivo. Para isso utilizou-se os resultados de todas as repetições de cada indicador, para obter uma maior confiabilidade nas análises finais.

Posteriormente foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade através do software INFOSTAT (2016).

4. Resultados e Discussão

4.1 Caracterização dos sistemas de manejo utilizados

O manejo do solo e da cultura realizado nas áreas cultivadas com tabaco foi orientado pela empresa fumageira através de um técnico, pois além de disponibilizarem os insumos, a empresa recomenda as mesmas práticas de manejo em todos os agroecossistemas. Há de se destacar que todos os agricultores são integrados da mesma empresa fumageira.

Deste modo, o preparo do solo para cultivo do tabaco, nos agroecossistemas estudados, foi realizado de forma convencional, utilizando arado de disco não-reversível e grade de disco. E para preparar os camalhões na linha de plantio, foi utilizado encanteirador com uma haste fixa. O preparo consistiu em uma aração seguido de duas gradagens e em seguida foram feitos os camalhões. Todos os implementos utilizados foram de tração mecânica. O controle das plantas espontâneas foi realizado com enxada, capinadeira de tração animal e mecânica, além de capina com agrotóxicos. A indicação dos períodos para o controle das plantas espontâneas foi a seguinte: capina com agrotóxicos antes do transplante das mudas e 50 dias após o transplante, 20 dias após o transplante foi realizada capina manual com enxada e cerca de 40 dias após o transplante utilizou-se capinadeira de tração animal.

A adubação foi realizada com adubos minerais solúveis, sendo realizadas adubações de base e de cobertura durante o ciclo da cultura. O controle de doenças e insetos foi realizado com uma aplicação fungicidas e inseticidas. Além disso foi feita a utilização de uma aplicação de anti-brotante para evitar que a floração se desenvolva, o qual é tóxico para os seres vivos.

As áreas foram adubadas por meio de adubação mineral sintética de alta solubilidade, nas seguintes formulações: adubação de base N-P-K (10-16-08) antes do transplante no mês de agosto, já a adubação de cobertura com N-P-K (10-14-10) foi realizada 20 dias após transplante no mês de setembro. Neste período também foi realizada a adubação de NO_3^- e Ca^+ , na seguinte formulação: Salitre (15-00-00-15). A última calagem realizada nas AC foi realizada há quatro anos. A quantidade de fertilizante por hectare foi estimada seguindo a análise química do solo, realizada pela empresa fumageira, a qual é

feita uma vez por ano. Os resultados das análises foram interpretados utilizando o manual de adubação e calagem para o RS e SC da CQFS (2004). Desta forma, as quantidades definidas foram de 10 sacos de cada formulação por hectare, conforme interpretação e recomendação do técnico da fumageira.

Levando em consideração o fato de que o plantio foi realizado de forma manual, não houve mais o trânsito de máquinas agrícolas no local depois do preparo da área para o transplante.

4.2 Avaliação da QS

4.2.1 Avaliação dos indicadores físicos

Os valores médios dos indicadores físicos avaliados em todas as AC e nas áreas VN correspondentes estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios dos indicadores físicos da área cultivada com tabaco (AC) e da área de vegetação nativa adjacente (VN) de todos os agroecossistemas estudados, coeficiente de variações (CV), Pelotas, RS, 2015.

ÁREA	Pt	Ma	Mi	DS	DMP	RP
	%	%	%	Mg.m ⁻³	Mm	Mpa
AC	43,18 a*	23,22 a	19,96 b	1,40 a	1,28 b	0,78 b
VN	40,5 a	17,08 b	23,42 a	1,29 b	3,01 a	1,58 a
CV %	13,04	27,52	20,02	12,42	23,19	44,44

Pt (porosidade total), Ma (macroporosidade), Mi (microporosidade), Ds (densidade do solo), DMP (diâmetro médio ponderado), RP (resistência à penetração).

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Os resultados da Pt não apresentaram diferenças estatísticas entre as áreas, entretanto, com relação a Ma ocorreu diferença estatística, onde as AC apresentaram valores superiores em relação às áreas de VN. Tais resultados possivelmente estejam relacionados com o manejo que foi realizado nas AC, no qual o revolvimento do solo, através da aração e gradagem, ocasionou uma maior desagregação e conseqüentemente um maior aumento nos macroporos em relação as áreas de VN. Já para Mi, os solos das AC apresentaram valores estatisticamente inferiores em relação a VN, ocasionando, deste modo, uma menor retenção de água nas áreas manejadas, quando comparadas com suas áreas adjacentes de VN.

Resultados semelhantes ao deste estudo foram encontrados por Audeh (2011), no município de Canguçu/RS, em propriedades sob cultivo de tabaco orgânico, porém com manejo convencional do solo, onde a média encontrada para a Pt ficou entre 49,07 e 47,41 %.

Mello (2006) em estudo realizado em uma área com tabaco com cerca 25 anos de produção sob manejo convencional de preparo do solo, na cidade de Arvorezinha/RS na localidade de Cândido Brum, obteve resultados semelhantes aos apresentados neste estudo, no que se refere às AC. Adicionalmente, em pesquisa realizada na província de Granma/Cuba, com objetivo de avaliar dois sistemas alternativos de preparo do solo em comparação com o preparo convencional para a produção de tabaco, os resultados de Pt encontrados por Olivet et al. (2014) também corroboram com os encontrados neste estudo.

Já Luciano et al. (2010), em pesquisa realizada em Ituporanga/SC, em áreas de tabaco sob sistema de plantio direto e em área de mata nativa, apresentaram resultados diferentes ao deste estudo, pois foi observado uma maior Pt na área de mata nativa. Já neste estudo os maiores resultados foram encontrados nos solos das AC, desta forma, é possível inferir que o revolvimento do solo ocasiona uma maior desestruturação nas suas partículas.

Com relação a DS, as AC apresentaram valores estatisticamente superiores aos encontrados nas áreas de VN, que pode ter ocorrido pelo trânsito de máquinas agrícolas para o preparo do solo, preparo sempre a mesma profundidade e ação das chuvas, o que ocasiona a compactação do mesmo ao longo do tempo, ainda que estes não tenham ficado acima do limite crítico que, segundo Arshad et al.(1996), é de $1,80 \text{ mg.m}^{-3}$, em solos franco arenoso e franco argilo arenoso.

Um Estudo realizado por Bernardt (2015), na região central do RS, em áreas com tabaco, sob três sistemas de plantio: direto, mínimo e convencional, revelou uma Ds de $1,40 \text{ g.cm}^{-3}$ no sistema de plantio convencional, coincidindo com o resultado médio obtido na AC deste estudo. Resultados da pesquisa realizada por Audeh et al. (2011), no município de Canguçu/RS, em propriedades de cultivo de tabaco orgânico, revelam valores médios de Ds entre 1,39 e $1,44 \text{ g.cm}^{-3}$.

Turšić (2016), em um estudo efetuado em casa de vegetação com tabaco, na Faculdade de Agricultura de Zagreb/Croácia durante o período de dois anos, obteve como Ds de 1,46 g/cm³, valor acima do encontrado neste estudo, a qual segundo o autor, afetou negativamente a cultura diminuindo o rendimento das folhas de tabaco e o desenvolvimento radicular das plantas.

Já para o DMP os valores encontrados nas AC também tiveram diferenças estatísticas com os valores encontrados nas áreas de VN, sendo bem superiores aos encontrados nos solos das AC. A partir disso, foi possível inferir que o preparo intensivo do solo, revolvendo-o constantemente, acarreta um processo de desagregação, o qual pode também estar relacionado aos baixos teores de MO, a qual é muito importante no processo de resistência dos agregados. Além disso, tais resultados menores nas AC podem ser explicados através da formação dos camalhões na linha de plantio, práticas que desestruturam o solo, haja visto que o mesmo é acondicionado a uma altura de aproximadamente 30 cm com auxílio do encanteirador. Não menos importante é a textura destes solos (tabela 1), que pode ter contribuído para estes resultados devido à grande quantidade de areia, a qual é de fácil dispersão.

Outro fator a destacar é a precipitação pluviométrica, principalmente no mês de julho de 2015, a qual ficou acima do normal do referido mês, coincidindo com o período em que os agricultores revolveram o solo para prepara-lo para o plantio, com isso o solo ficou exposto ao impacto das gotas da chuva ocasionado a dispersão das partículas na superfície do solo. Além disso, a partir do mês de setembro as precipitações ficaram acima do normal no ano de 2015 (Figura 5), período em que as plantas de tabaco estavam pequenas e não protegiam o solo do impacto das gotas da chuva.

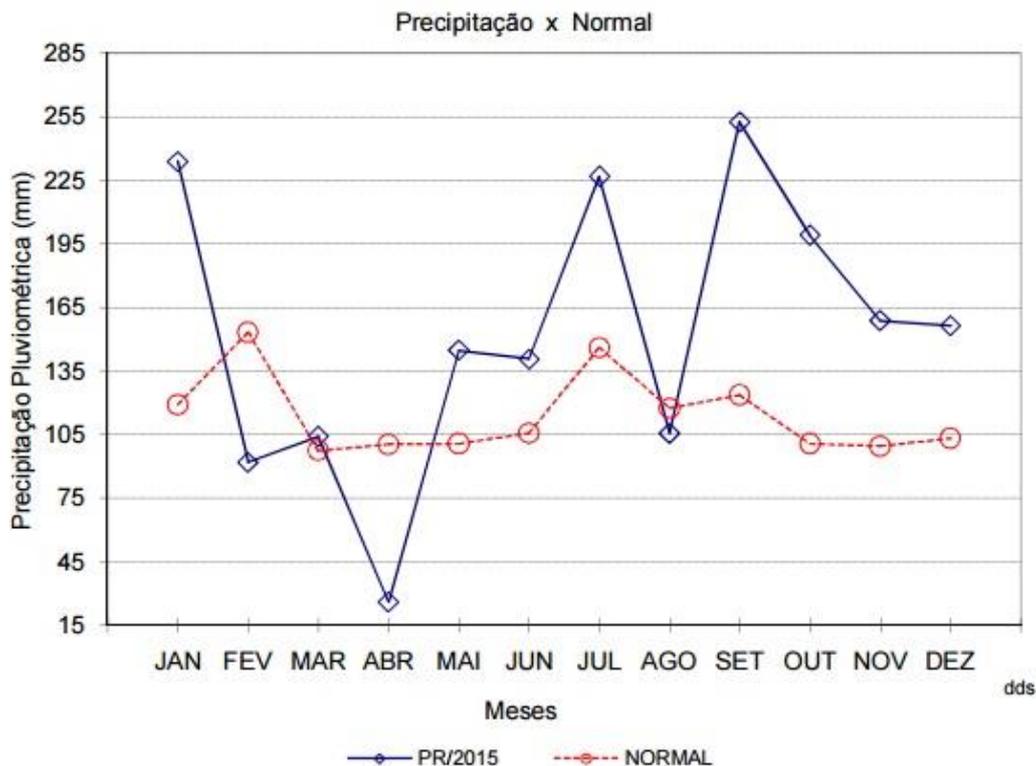


Figura 5: Precipitação pluviométrica e normal pluviométrica para o ano de 2015 na Região de Pelotas-RS.

Fonte: Embrapa/UFPel/INMET-2015.

Os resultado do DMP apresentados neste estudo, coincidiram com trabalho realizado por Luciano et al. (2008) em pesquisa realizada em Ituporanga/SC, onde a área de mata nativa apresentou os maiores valores de DMP quando confrontadas com áreas cultivadas com tabaco.

Corroborou também com estes resultados, Supriyadi et al. (2014) em estudo realizado na região montanhosa do Sindoro, Indonésia, em cultivo de tabaco comparado com mata nativa, encontraram também maior DMP na área de mata nativa.

Os maiores valores de DMP nas áreas de VN devem-se, provavelmente, pela maior cobertura, e diversificação, de vegetação que tem estas áreas, tais, acabam impedindo ou diminuindo a ação direta das gotas de chuva, o que mantêm também mais uniforme a umidade e a temperatura, favorecem o desenvolvimento do sistema radicular e atividade microbiana e contribuem para a criação de um ambiente mais favorável à agregação, haja vista, que nestas áreas não ocorreu desestruturação dos solos (CAMPOS et al., 1999).

Quanto a RP, esta apresentou valor menor estatisticamente na AC, o que pode ter ocorrido devido ao revolvimento do solo em conjunto com a formação dos camalhões na linha de plantio, ocasionando uma maior desagregação no solo devido a formação destes, e conseqüentemente deixando o solo com menor RP.

No entanto, ambas as áreas ficaram abaixo do valor que pode limitar o desenvolvimento das plantas, o qual é 2,50 Mpa, segundo Camargo et al. (1997). Assim, infere-se que os valores de RP encontrados nos solos em estudo apresentam pouca limitação ao crescimento e desenvolvimento das raízes.

Tais resultados estão de acordo com Carvalho et al. (2012), onde estes destacam, que a mobilização do solo com arado de aivecas e escarificador diminuiu a resistência do solo à penetração em comparação com o plantio direto, além disso, após avaliar a resistência mecânica à penetração de um solo de textura argilosa em duas condições de cultivo no feijão irrigado, relatam que o sistema de semeadura direta e plantio convencional não apresentaram diferenças significativas.

Os mesmos autores em estudos realizados em um Latossolo Vermelho distrófico apontam que o plantio direto, comparado ao preparo convencional e ao preparo mínimo, apresentou maior RP até a profundidade de 0,25 m.

Este estudo apresentou resultados para RP que concordam com os apresentados por Bernardt (2015), em pesquisa realizada na região central do RS, em áreas com tabaco, sob três sistemas de plantio.

Já Olivet et al. (2014) em estudo realizado na província de Granma/Cuba, com o objetivo de avaliar dois sistemas alternativos, os quais são mais conservacionistas para o preparo do solo, em comparação com o preparo convencional na produção de tabaco, obteve resultados diferentes aos encontrados neste estudo para a RP do solo, onde o sistema convencional de preparo o solo foi o que apresentou maior RP quando confrontado com os outros dois sistema de manejo do solo.

4.2.2 Avaliação dos indicadores químicos

Os valores médios dos indicadores químicos avaliados, em todos os solos dos agroecossistemas cultivados com tabaco e suas áreas de VN adjacente, juntamente com a interpretação de análise de solo e a sua classificação (CFQS 2016), estão apresentados na Tabela 3.

Os valores de P no solo apresentaram valores estatisticamente superiores nas AC quando confrontados com as áreas adjacentes de VN variando de muito alto à médio, respectivamente. Os teores de P encontrados no solo da AC podem ser entendidos através do manejo realizado nestas áreas, onde foram realizadas adubações minerais a base de P. Além disso, este manejo repete-se nestas áreas ao longo dos anos e este elemento tem um elevado poder residual no solo, fato corroborado nos trabalhos realizados por Gazola et al. (2013) na cultura do milho, e Caione et al. (2012) com cana-de-açúcar.

Em relação aos teores de K do solo (tabela 3), não houve diferença estatística entre as áreas estudadas, as quais apresentaram teores muito alto para as AC e alto para áreas de VN, deste nutriente. Com relação aos valores do teor de K na AC, pode ser entendido através do aporte de K, na forma de minerais solúveis que ocorre nos plantios ou pelo material de origem dos solos, fato este que explica as áreas de VN terem apresentado altos teores deste elemento, assim como pode estar atribuído a capacidade que tem as plantas nativas de disponibilizarem este nutriente, evidenciando um equilíbrio nutricional solo-planta da área (CIRILO, 2009). Além disso, este resultado pode estar relacionado com a capacidade deste nutriente em voltar rapidamente ao solo de forma prontamente disponível para as culturas (RAIJ et al., 1997).

Corroborando com os resultados deste estudo, experimento realizado por Drescher et al. (2011), no município de Agudo, na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, no qual foi identificado que o teor de K na mata nativa foi semelhante ao apresentado na área cultivada com tabaco. Já para os teores de P no solo, a área de mata nativa apresentou valor bem inferior aos teores de P na área de cultivo de tabaco.

Zalamena (2008) em estudo realizado da região denominada Rebordo do Planalto/RS, em áreas sob cultivo convencional de batata, em comparação

como mata nativa, obteve resultados semelhantes a deste estudo, não ocorrendo diferença significativas entre os teores de K entre as áreas estudadas. Entretanto, para os teores de P a área de cultivo apresentou valores superiores deste elemento.

Para o Ca não ocorreu diferença significativa entre áreas, e seus teores foram classificados como médio (tabela 3). No caso do Mg, ocorreu diferença significativa entre as áreas, e seus teores foram classificados como médio na AC e alto na área de VN. Entretanto, acima dos valores limitantes, segundo a CQFS (2016). Estes valores podem indicar a necessidade de calagem na AC, já que o suprimento de Ca e Mg está normalmente vinculado à aplicação de calcário.

Existem dois tipos de calcário, o calcítico, o qual contém, cerca, 45% de CaCO_3 e o dolomítico, cerca de 20 a 40% de MgO (MALAVOLTA, 2006). Cabe destacar que o calcário aplicado na parte mais superficial pode neutralizar a acidez em profundidade, através da formação e a migração de $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ para camadas mais profundas do solo, e do deslocamento de partículas de calcário por meio de canais formados por raízes mortas mantidos intactos em razão da ausência de preparo de solo. Embora a aplicação de calcário para a correção de acidez seja necessária, esta é dependente de alguns fatores, tais como dose do corretivo, granulometria e reatividade do calcário, frequência da calagem, tempo transcorrido após a calagem, poder tampão do solo e precipitação pluvial (CAÍRES et al., 2000; MOREIRA et al., 2001; MIRANDA et al., 2005).

Os agricultores, sujeitos desta pesquisa, realizaram a calagem havia 4 anos, a qual, mostrou-se insuficiente para elevar o nível de pH a 6,0 que segundo CQFS (2016) é o indicado para a cultura do tabaco. Sendo assim, fica evidenciado que as AC necessitam de calagem para alcançar tal valor.

Neste sentido, não só o pH da AC reforça a ineficiência da calagem realizada pelos agricultores, pois, como foi visto, os teores de Ca e Mg apresentados são inferiores a área adjacente de VN (tabela 3).

Em relação aos teores de Al, este ainda apresentou valores superiores no solo das áreas de VN reforçando a importância da calagem. No caso do teor de Na encontrados nas áreas estudadas não ocorreu diferença significativa entre as mesmas.

No entanto, observou-se que a calagem foi capaz de baixar os níveis o teor de Al no solo das AC deste nutriente que pode ser tóxico as plantas. Na área de VN o teor deste nutriente no solo ficou acima do limitante que é 0,6 cmol_c/dm³ (CQFS 2016), já que o Al é reduzido à medida que o pH aumenta (ALVAREZ V. et al., 1999; HAYNES & NAIDU, 1998; SOUSA et al., 2007).

Primavesi (2009) ressalta que o uso de doses moderadas de calcário nos solos tropicais é importante para corrigir o pH do solo e fornecer Ca para as plantas, além de neutralizar o Al e o Mn tóxico para as plantas e, ainda, contribuir para a agregação do solo. A autora destaca, também, que os melhores resultados para a calagem no solo ocorrerá com a aplicação de doses baixas, mas frequentes, e em presença de MO.

Tabela 3: Valores médios dos indicadores químicos da área cultivada com tabaco (AC) e da área de vegetação nativa adjacente (VN) de todos os agroecossistemas estudados, coeficientes de variações (CV), Pelotas, RS, 2015.

INDICADORES		AC		VN		CV %
P	mg dm ⁻³	118,82 a*	MA	20,19 b	A	56,08
K	mg dm ⁻³	115,20 a	MA	110,65 a	A	54,06
Ca	cmol _c dm ⁻³	2,32 a	M	3,81 a	M	80,98
Mg	cmol _c dm ⁻³	0,81 b	M	1,55 a	A	79,10
CTC	cmol _c dm ⁻³	6,67 b	B	10,78 a	M	14,13
MO	%	2,28 b	B	2,88 a	M	27,06
pH	água	5,03 a	B	5,00 a	MB	8,64
V%	%	51,65 a	B	48,95 a	B	34,53
Mn	mg dm ⁻³	35,95 b	A	57,20 a	A	67,28
Zn	mg dm ⁻³	1,23 b	A	4,05 a	A	166,70
Cu	mg dm ⁻³	0,39 a	M	0,23 b	M	78,74
Na	mg dm ⁻³	13,65 a	_____	12,25 a	_____	59,69
Al	cmol _c dm ⁻³	0,31 b	_____	0,80 a	_____	106,43

P (fósforo), K (potássio), Na (sódio), Ca (Cálcio), Mg (magnésio), CTC (capacidade de troca de cátions), MO (matéria orgânica), Al (alumínio), pH (potencial hidrogeniônico), V% (saturação por bases), Cu (cobre), Zn (zinco), Mn (manganês).

*Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Em relação a MO, houve diferença significativa entre as áreas. As áreas de VN apresentaram valores superiores aos da AC (tabela 3), e seus teores

foram classificados como médios. Já seus teores nas AC foram classificados como baixos.

Portugal et al. (2010) avaliaram as alterações nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, sob diferentes sistemas agrícolas na Zona da Mata mineira, e constataram uma diminuição do Al tóxico através da calagem, em áreas sob diferentes cultivos anuais, coincidindo com os resultados deste estudo. Estes autores destacam ainda que os teores de MO do solo foram estatisticamente maiores na mata, indicando que a retirada da mata e a utilização agrícola do Latossolo reduziram os teores de C orgânico do solo. Desta forma, neste estudo em relação ao teor de MO, os resultados foram semelhantes a os encontrados pelos autores.

Tais resultados podem estar relacionados com o revolvimento do solo na AC, visto que a movimentação no preparo do solo para o cultivo (aração, gradagem) favorecem as reações de oxidação, por meio do aumento da pressão parcial de O₂ e da exposição de novas superfícies para o ataque microbiano, além disso, o baixo aporte de material acaba reduzindo a formação de MO do solo (CANELLAS et al., 2003; CARNEIRO et al., 2009; COSTA et al., 2008; RANGEL & SILVA, 2007).

Quanto a CTC dos solos estudados, também ocorreu diferença significativa entre as áreas. A área de VN apresentou valores superiores. Entretanto, esses valores foram classificados, ambos, como médio, encontrando-se acima do valor considerado crítico, segundo CQFS (2016).

Os valores de CTC inferiores nas AC estão, provavelmente, associados com os práticas culturais (aração e gradagem) que podem diminuir o teor de MO no solo, além disso, a calagem na área não foi suficiente para elevar os teores de Ca e Mg. Canellas et al. (2003), em estudo realizado no Campos dos Goytacazes, norte do estado do Rio de Janeiro, e submetido ao cultivo por longo tempo com cana-de-açúcar, encontram maiores valores de CTC total nos manejos que mantiveram e, ou, aumentaram o teor de MO do solo.

Com relação ao pH e V%, ambas não apresentaram diferenças significativas entre as áreas (tabela 3). No caso do pH, este ficou abaixo ao recomendado para a cultura do tabaco que é de pH 6,0. Tais resultados, refletem que os solos naturalmente são ácidos, haja visto que a área de VN também apresentou pH ácido. Este resultado está de acordo com o estudo de

Quaggio (2000), onde ele afirma que 70% dos solos brasileiros em sua maioria são ácidos, e por isso são capazes de reduzir o potencial produtivo das culturas em cerca de 40%.

A V% foi classificada, em ambas áreas, como baixa. No entanto, segundo o SBCS, os solos estudados, são classificados como: eutrófico (solos com $V\% > 50\%$) nas áreas de VN e distrófico (solos com $V\% < 50\%$) nas AC. Esta característica está relacionada diretamente à fertilidade natural do solo, conferindo ao Eutrófico alta fertilidade e ao Distrófico baixa fertilidade (EMBRAPA 2016).

Em relação a V% nas AC os maiores valores encontrados acompanharam o aumento do pH do solo nestas áreas. Resultados semelhantes foram encontrados em estudo desenvolvido por Moreira et al. (2014), na região central do estado do Paraná, com o objetivo de observar a evolução da acidez, CTC e V% do solo a partir da recomendação de realização de calagem nas áreas que se encontrava degradada quimicamente. Os autores observaram que a aplicação de calcário elevou consideravelmente os níveis da V% nos solos com o passar dos anos.

Nachtigall & Vahl (1991), em estudo realizado em vaso e a campo, com arroz irrigado no município de Pelotas, RS, corroboram com este estudo em relação a V%, a qual ficou dentro dos limites considerados ideais por estes autores, que é de 47 a 52%.

Já os micronutrientes estudados (Mn, Zn, e Cu), apresentaram diferença significativa (tabela 3). Onde Mn e Zn obtiveram valores superiores no solos das áreas de VN, já o Cu apresentou valor superior nas AC.

Em pesquisas realizadas nos últimos anos resultados indicam que a maioria dos solos apresentam disponibilidade adequada de micronutrientes (Zn, Cu, B, Mn e Mo), mesmo não tendo havido incremento, e quando há adição deve ser considerado que a maioria dos fertilizantes fosfatados e o calcário apresentam alguns desses nutrientes (CQFS, 2016).

4.2.3 Avaliação dos indicadores biológicos e microbiológicos

Os valores médios dos indicadores biológicos e microbiológicos avaliados em todos os agroecossistemas cultivados com tabaco e suas áreas de vegetação nativa correspondentes estão apresentados na Tabela 4.

A relação A/C não apresentou diferença significativa entre as áreas. Entretanto, as AC apresentaram uma relação A/C maior que nas áreas de VN adjacentes, ficando, assim, mais próximo da relação considerada ideal, que é de 4 ou 5/1 (BACHELIER 1978). Este resultado coincidiu com a maior umidade (Tabela 4) encontrada na AC, devido à chuva ocorrida no dia da coleta nesta área.

Com relação ao número de minhocas também não foram encontrados diferenças significativas, embora, neste caso, o maior número de indivíduos tenha sido nas áreas de VN, o que pode estar relacionado com o maior teor de MO (Tabela 3) e pelo não revolvimento do solo nestas áreas. No entanto, o número de indivíduos encontrado foi considerado baixo, em ambas as áreas (BACHELIER, 1978).

Tabela 4: Valores médios dos indicadores biológicos e microbiológicos das áreas cultivadas com tabaco (AC) e das áreas de vegetação nativa adjacente (VN), com respectivos valores da umidade do solo, de todos os agroecossistemas estudados, coeficientes de variações (CV), Pelotas, RS, 2015.

ÁREA	RA/C	Min	CBM	RBS	qCO ₂	Umi
	Ind m ⁻²	Ind m ⁻²	mg Kg ⁻¹	µg C-CO ₂ h ⁻¹ g ⁻¹	qCO ₂ x10 ⁻³	%
AC	3,44 a*	3,75 a	68,75 b	0,16 a	2,90 a	10,29
VN	2,34 a	17,50 a	194,99 a	0,18 a	1,36 a	6,93
CV	196,29	204,66	65,28	83,45	118,16	---

RA/C (Relação ácaro/colêmbolo), Min (Minhocas), CBM (Carbono da biomassa microbina), RBS (Respiração basal), Umi (Umidade).

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Os índices de diversidade da biota edáfica são relacionados com o teores da MO do solo (POGGIANI et al., 1996). Assim como, podem estar relacionados à cobertura vegetal do solo, uma vez que as áreas com menos revolvimento no solo e maior cobertura vegetal proporcionam melhores condições para a mesofauna do solo (SILVA & CARVALHO 2000). Entretanto, neste estudo não foi observado este comportamento, haja visto, que a área que

apresentou relação A/C mais próxima do ideal foi a AC, a qual apresentou menor teor de MO (Tabela 3), e não possui cobertura vegetal.

Outros fatores também podem afetar a abundância, diversidade e densidade populacional dos organismos edáficos como, por exemplo, compactação, estrutura, porosidade e cobertura do solo, quantidade de material orgânico (serrapilheira), fatores ambientais, disponibilidade de nutrientes, pressão osmótica, tipo de minerais, umidade e temperatura dos solos. No caso dos colêmbolos, estes requerem umidade no solo entre 40 e 70 % (BACHELIER, 1963; BARRETA, 2007; SILVA et al., 2007), condição que pode justificar a baixa relação de A/C encontrada neste estudo, pois a maior umidade nas áreas foi de 10,29 % (Tabela 4). Além disso, os solos deste estudo foram considerados ácidos, podendo causar efeito na mesofauna que de acordo com Morselli (2009), geralmente é mais abundante em solos com pH próximo a neutralidade.

A quantidade de minhocas apresentada neste estudo foi considerada baixa, em ambas as áreas, porém os solos das AC apresentaram número de indivíduos bem menor que nas áreas de VN. Desta forma a diferença encontrada entre as áreas pode ser entendida principalmente pelas ações antrópicas que sofreram as AC, uma vez que nestas áreas foram encontrados as menores populações de minhocas em relação as áreas de VN.

Uma população de minhocas é considerada adequada, quando apresenta 100 minhocas/m², segundo USDA (2001). Os resultados encontrados no presente trabalho podem ser explicados com base em fatores determinantes da fauna edáfica, como umidade, temperatura, textura, pH, tipo de solo, vegetação, declividade e manejo do sistema solo-água-planta (MORSELLI, 2009).

Paolleti (1999) destaca que as práticas de revolvimento do solo podem reduzir a população de minhocas entre 40 e 60 %, devido a danos mecânicos diretos e destruição de seu habitat. Neste estudo, esta redução foi ainda superior.

Outro fator importante a destacar é o fato de o solo ser mais arenoso, dificultando, segundo Lee (1985), a formação das galerias pelas minhocas. Ainda com o aumento do teor de areia, aumenta a abrasividade do solo, o que

aumenta a possibilidade de atrito com o corpo das minhocas, ocorrendo assim uma diminuição da população.

Lavelle & Spain (2001), demonstraram que o impacto negativo no solo, em sistema de cultivo convencional, ocorre principalmente em função do revolvimento do solo e ausência de cobertura. Estes ainda afirmam que o dano mecânico da aração é maior em indivíduos da macrofauna do que da mesofauna.

Para a atividade microbiológica, analisada através da CBM, os resultados apresentaram diferenças estatísticas, as áreas de VN apresentaram valores superiores aos das AC. Tais resultados mostram que o sistema convencional de cultivo de tabaco reduz a atividade microbiana do solo. Já os maiores valores do CBM encontrados nas áreas de VN se deve, possivelmente, além da ausência de manejo, a maior densidade de raízes, o que significa um aumento na disponibilidade de substratos orgânicos para as comunidades microbianas do solo. O não revolvimento dos solos tende também a favorecer as populações fúngicas (BANDICK & DICK, 1999), as quais constituem em termos proporcionais, a maior parte da biomassa microbiana do solo.

Já para a RB não foi encontrado diferenças significativas entre as áreas, bem como, para qCO_2 . Entretanto, o seu valor nas áreas de VN foram mais baixos que os das AC, o que significa a menor perda de carbono via CO_2 do solo.

Segundo Totóla e Chaer (2002) valores mais elevados de qCO_2 , pode ser indicador de maior consumo de carbono prontamente mineralizável, o que acaba elevando as perda de CO_2 , o que não é o desejável.

Resultados semelhantes foram verificados em estudo realizado por José et al. (2013), no qual os valores de CO_2 , liberado pela RB, das amostras de solo coletadas em Agudo/RS, obtidos após 30 dias de incubação, foram maiores nas área de mata nativa quando comparadas as áreas de cultivo mínimo e convencional de tabaco. De acordo com Vargas & Scholles (2000), os sistemas de manejo convencional, devido ao efeito do revolvimento do solo, causam redução da RB à medida que o manejo se intensifica.

Pôrto et al. (2009), com o objetivo de avaliar indicadores biológicos de qualidade de um Latossolo Amarelo distrófico submetido a diferentes sistemas

de uso em Areia-PB, utilizando mata nativa como referência, encontraram resultados que corroboram como os encontrados no presente estudo, ou seja, maiores valores de CBM e RBS, e menores valores de qCO_2 na área de mata nativa.

Em estudo realizado por Petry et al. (2012) para avaliar a qualidade biológica de solos sob diferentes sistemas de manejo em quatro áreas de pomares de laranjeira, sob diferentes tipos de cultivo, instalados por citricultores da região de Montenegro/RS e uma área de mata nativa (controle), encontraram valores de CBM e da RB significativamente maiores no tratamento de mata nativa, no caso do CBM coincidiu com os resultados apresentados neste estudo.

A menor atividade microbiana nas AC pode ser explicada pela aplicação de agrotóxicos nestas áreas. Childs (2007), em pesquisa realizada com diferentes aplicações de herbicidas no solo acima do recomendado, observou que estas influenciaram a microbiota do solo negativamente, diminuindo sua atividade no solo.

Além disso, pesquisas anteriores realizadas nesta linha, comprovam que os efeitos das práticas de manejo têm ocasionado alterações significativas tanto na biomassa quanto na atividade microbiana dos solos, associadas à intensificação da agricultura (GILLER et al., 1997), perturbação de solo (BEARE et al., 1995, CARTER, 1992), adição de adubos minerais solúveis (Kinney et al., 2005) e utilização de agrotóxicos (WAIWRIGHT, 1978, MOORMAN, 1989 E WARDLE & PARKINSON, 1991).

5. Conclusões

a) O sistema de manejo solo-água-planta utilizado pelos agricultores participantes do estudo é o convencional, o qual consiste em revolvimento do solo. Os implementos utilizados para o preparo são: arado de disco não-reversível, grade de disco e encanteirador para o preparo dos camalhões.

b) A cesta de indicadores proposta para avaliar a qualidade do solo é assim composta pelos seguintes indicadores: Físicos – densidade do solo (Ds), porosidade total (Pt), microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma), diâmetro médio ponderado (DMP), resistência a penetração (RP), Químicos - teores de P, K, Ca, Mg, Al, Na, matéria orgânica (MO), CTC, pH, saturação de bases (V%), Cu, Zn e Mn, Biológicos – relação ácaro/colêmbolo (RA/C) e número de minhocas (MIN) e Microbiológicos – carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal (RB) e quociente metabólico (qCO_2).

c) Os indicadores físicos avaliados nos solos das AC apresentam, de modo geral, desempenhos significativamente inferiores quando comparadas com os solos da VN, notadamente em relação ao DMP encontrado nas AC.

d) Os desempenhos dos indicadores químicos apresentam valores que sugerem bons níveis de nutrientes nas AC, os quais são classificados entre médios a muito altos.

e) Os indicadores biológicos analisados apresentam níveis inadequados para ambas as áreas.

f) Em relação as condições microbiológicas os solos das AC apresentaram níveis menores para os indicadores CBM e qCO_2 .

6. Referências Bibliográficas

- AFUBRA (Brasil). **Fumicultura regional**. 2016. Disponível em: <<http://www.afubra.com.br/index.php/conteudo/show/id/92>>. Acesso em: 17 de set. 2016.
- AGOSTINETTO, Dirceu et al. CARACTERIZAÇÃO DA FUMICULTURA NO MUNICÍPIO DE PELOTAS-RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p.171-175, maio 2000.
- ALMEIDA, J. R. C. **Atributos de qualidade física, química e biológica do solo sob diferentes sistemas de uso em ambiente semiárido da Bahia**. (Dissertação). Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Bahia, 2013. 66p.
- ALMEIDA, G. E. G. **Fumo: Servidão moderna e violações de direitos humanos**. Curitiba: Terra de Direitos, 2005, p 168.
- ALTIERI, M. A. Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro: **PTA/FASE**, 1989.
- ALVAREZ V., V.H.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; CANTARUTI, R.B. & LOPES, A.S. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. & ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1999, 359p.
- AMERICAN JOURNAL OF ALTERNATIVE AGRICULTURE. Soil Quality. Greenbelt: **Institute for Alternative Agriculture**, 1992. 93p. (Special Issue, v.7, n.1- 2.)
- ANTONELI, V. **Dinâmica do uso da terra e a produção de sedimentos em diferentes áreas fontes na bacia hidrográfica do Arroio Boa Vista-Guamiranga-PR**. Tese de Doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba, 2011, 354p.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B. & GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society of America**. 1996. p. 123-141 (SSSA special publication 49).
- ARSHAD, M.A.; COEN, G.M. Characterization of soil quality: physical and chemical criteria. **American Journal of Alternative Agriculture**, Greenbelt, v.7, n.1-2, p.25-32, 1992.
- AUDEH, S. J. S., DE LIMA, A. C. R., CARDOSO, I. M., JUCKSCH, I., & CASALINHO, H. D. Qualidade do solo: uma visão etnopedológica em propriedades agrícolas familiares produtoras de fumo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v. 3, n. 6, p.34-48, 28 maio 2011.
- AYERS, R.S; WESTCOT, C.K. Quality of water for irrigation. Journal of Irrigation and Drainage Division. **ASCE**, v.103, n.1R2, p. 135-154, 1977.
- BACHELIER, G. **La faunedessols, sonécologie et sonaction**. Orstom, 1978. 391 p.
- BACHELIER, G. **La vie animale dans les solo**. ORSTOM, Paris, 1963. 279p.

BANDICK, A. K. & DICK, R. P. Field Management Effects on Soil Enzymes Activities. **Soil Biol. Biochem.**, 31:1471-1479, Amsterdam, 1999.

BARETTA, Dilmar et al. COLÊMBOLOS (HEXAPODA: COLLEMBOLA) COMO BIOINDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO EM ÁREAS COM *Araucaria angustifolia*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, São Paulo, v. 32, n, p.2693-2699, out. 2008.

BARETTA, D. **Fauna do solo e outros atributos edáficos como indicadores da qualidade ambiental em áreas com *Araucaria angustifolia* no Estado de São Paulo**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 158p. (Tese de Doutorado).

BARETTA, D.; SANTOS, J.C.P.; MAFRA, Á.L.; WILDNER, L.P. & MIQUELLUTI, D.J. **Fauna edáfica avaliada por armadilhas de catação manual afetada pelo manejo do solo na região oeste catarinense**. *Revista de Ciência Agroveterinária*, 2003, p 97-106.

BARTON, A.P.; FULLEN, M.A.; MITCHELL, D.J.; HOCKING, T.J.; LIU, L.; BO, Z.W.; ZHENH, Y.; XIA, Z.Y. Effects of soil conservation measures on erosion rates and crop productivity on sub-tropical Ultisols in Yunnan Province, China. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 104, p. 343–357, 2004.

BAKKER, M. M.; GOVERS, G.; KOSMAS, C.; VANACKER, V.; VAN OOST, K.; ROUNSEVELL, M. Soil erosion as a driver of land-use change. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 105, p. 467-481, 2005.

BEARE, M. H. et al. A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling. **Plant Soil**, Dordrech, v. 170, p. 5-22, 1995.

BERNARDT, Douglas Maus. **AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS DO SOLO NA PRODUÇÃO DE TABACO NA REGIÃO CENTRAL DO RS**. 2015. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, 2015. Disponível em: <[http://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/1174/1/Douglas Maus Bernardt.pdf](http://repositorio.unisc.br/jspui/bitstream/11624/1174/1/Douglas%20Bernardt.pdf)>. Acesso em: 06 out. 2016.

BONATO, Amadeu A. **A Fumicultura no Brasil e a Convenção-Quadro para Controle do Tabaco**. DESER – Departamento de Estudos Sócio-Econômicos Rurais. Curitiba, Janeiro de 2007.

BOUYOUCOS GJ. Thehydrometer as a new methodforthemechanicalanalysis of soils. **Soil Science**, v.23, p.343–349, 1927.

BUAINAIN, A. M. **Agricultura familiar, agroecologia e desenvolvimento sustentável: questões para debate**. Brasília: IICA – Instituto Interamericano de Cooperação para Agricultura, 2006. 134 p.

BRASIL, 2004. **Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Instituto Nacional do Câncer. Coordenação de Prevenção e Vigilância. Inquérito Domiciliar sobre Comportamentos de Risco e Morbidade Referida de Doenças e Agravos não Transmissíveis**. Brasil, 15 capitais e Distrito Federal 2002–2003. Rio de Janeiro: INCA, 2004.

CAIONE, G.; FERNANDES, F.m.; LANGE, A.. Efeito residual de fontes de fósforo nos atributos químicos do solo, nutrição e produtividade de biomassa da

cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, [s.l.], v. 8, n. 2, p.189-196, 2013.

CAIRES, E. F.; FONSECA, A. F.. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. **FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS**, *Bragantia*, Campinas, vol.59 nº 2, 2000.

CARTER, M. R. Influence of reduced tillage systems on organic matter, microbial biomass, macro-aggregate distribution and structural stability of surface soil in a humid climate. **Soil Tillage and Research**, Washington, v. 23, p. 361-372, 1992.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F.. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba – SP, Degaspar, 132 p, 1997.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; CASSOL, L.C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.383-391, 1999.

CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E. & SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhço e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 27:935-944, 2003.

CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F., PEREIRA, H.S. & AZEVEDO, W.C. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:147-157, 2009.

CARVALHO, A.M. de; COELHO, M.C.; DANTAS, R.A.; FONSECA, O.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; FIGUEIREDO, C.C. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. **Crop and Pasture Science**, v.63, p.1075-1081, 2012.

CASALINHO, H. D.; MARTINS, S. R.; SILVA, J. B.; LOPES, A. S. **Qualidade do solo como indicador de sustentabilidade de agroecossistemas**. Revista Brasileira Agrocência, Pelotas. 2007 v. 13, n. 2, p. 195-203.

CIRILO, P. A. M. **Efeito da ação do homem na fertilidade dos solos da região de Palmas – TO**. Faculdade Católica do Tocantins (FACTO) 2009.

CHILDS, Grisel Mariom Fernandez. **EFEITOS DE HERBICIDAS NA MICROBIOTA DO SOLO EM SISTEMA FECHADO**. 2007. 70 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista “julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11°. ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2016, 375 p.

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

COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A. & MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 32:323-332, 2008.

CUNHA, N. G. da.; SILVEIRA R. J. C. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. EMBRAPA/CPACT, Ed. UFPel, 1996. 50 p.: il. (Documentos CPACT; 12/96).

DENARC – PR, 2011. **Divisão Estadual de Narcóticos – Tabaco**. Disponível em <http://www.denarc.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=22>. Acesso em: 23 de jun. 2016.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. B. **Efeito da água no rendimento das culturas**. Tradução H. R. Gheyi. Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1994. 306 p.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W. & COEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for sustainable environment. **Madison, Soil Science Society of America**, 1994. p.3-21.

DORAN, J.W. Soil quality and sustainability. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Palestras...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. 1 CD-ROM.

DRESCHER, Marta Sandra et al. DIVISÃO 2 - PROCESSOS E PROPRIEDADES DO SOLO: FAUNA EPIGEICA EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE *Nicotiana tabacum* L.. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria, v. 3, n. 5, p.1499-1507, 2011.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Solos Tropicais: Saturação por Bases**. Disponível em:

<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_21_2212200611544.html>. Acesso em: 26 de out. 2016.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Dados meteorológicos de Pelotas em tempo real**. Disponível em:

http://www.cpact.embrapa.br/agromet/online/Resumos_Mensais.htm>. Acesso em: 12 de agos. 2016.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3.d. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 212 p.

EMBRAPA. Centro de Pesquisa de Arroz E Feijão. **Glossário**. Goiânia. 2005.

ETGES, V. E. **Sujeição e Resistência: Os Camponeses Gaúchos e a Indústria do Fumo**. Santa Cruz do Sul: Editora da FISC, 1991.

FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. Principais doenças fúngicas. In: FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura – fundamentos e práticas**. Pelotas, RS: EMBRAPA, 1996. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/livro/fruticultura_fundamentos_pratica/11.htm>. Acesso em: 3 de set. 2016.

FERREIRA, AS.; CAMARGO, FAO.; Vidor, C. Utilização de microondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 1999;23:991-996.

FIGUEIREDO, A. **Programa de diversificação de lavouras de tabaco nas encostas da serra geral, atividades e potencialidades**. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Agrárias, 2008.

FINATTO, R. A., & CORRÊA, W. K. A organização da agricultura familiar de base agroecológica em Pelotas/rs. Campo-território: **Revista de Geografia Agrária**, v. 6, n.11, 2011.

FLECK, N. G.; CANDEMIL, C. R. G. Interferência de plantas daninhas na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 25, n.1, p.27-32, 1995.

GAZOLA, Rodolfo de Niro et al. Efeito residual da aplicação de fosfato monoamônio revestido por diferentes polímeros na cultura de milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 6, p.876-884, dez. 2013.

GAYLAND, M.J.; KARAKOV, A.V.; ROMIG, D.E. & HARRIS, R.F. Descriptive and analytical characterization of soil quality/health. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. **Madison, SSSA**, 1994. p.159-168.

GILLER, K. E. et al. Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 6, p. 3-16, 1997.

GRANATSTEIN, D. & BEZDICEK, D.F. The need for a soil quality index: Local and regional perspectives. **Am. J. Altern. Agric.**, 7:12-16, 1992.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. & ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Can. J. Soil Sci.**, 74:367-385, 1994.

GREGORICH EG, CARTER MR, DORAN JW, PANKHURST CE, DWYER LM. Biological attributes of soil quality. Soil Quality for Crop Production and Ecosystem Health, ed. **E.G. Gregorich & M.R. Carter, Elsevier**: Amsterdam, 3: 81-113, 1997.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias qualitativas na Sociologia**. 12ª edição. Petropolis: Vozes, 2010. Disponível em: <http://pt.calameo.com/read/00320956552b81018dae7>. Acesso em: 29 jul. de 2015.

HAYNES, R.J. & NAIDU, R. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: **A review. Nutr. Cyclic Agroecosyst.**, 51:123-137, 1998.

HARBERERN, J. **A soil health index. J. Soil Water Conserv.**,47, 1992. (Editorial)

HARRIS, R.F. & BEZDICEK, D.F. Descriptive aspects of soil quality/health. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. **Madison, SSSA**, 1994. p.23-35.

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 set. 2016.

IBGE Cidades (2016)- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em:<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431440>. Acesso em: 14 de agos. 2016.

IBGE. Censo Agropecuário 1996. Disponível na Internet. _ HYPERLINK <http://www.sidra.ibge.gov.br> __<http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 de agos. 2016.

IGLESIAS R, Jha P, Pinto M, Silva VLdCe, Godinho J 2007. **Documento de discussão - saúde, nutrição e população (HNP) Controle do tabagismo no Brasil**. Departamento de Desenvolvimento Humano do Banco Mundial, Região da América Latina e Caribe, 136 p.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). **Inquérito domiciliar sobre comportamento de risco e morbidade referida de doenças e agravos não transmissíveis**. Rio de Janeiro: INCA, 2003, 30 p.

INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (Brasil). **Falando sobre câncer e seus fatores de risco**. Rio de Janeiro: INCA, 1998.

ITEPA - INSTITUTO TÉCNICO DE PESQUISA E ASSESSORIA – **Banco de Dados da Zona Sul**. Pelotas/RS: EDUCAT, 156p, 2008.

JENKINSON, DS.; POWLSON, DS. **The effects of biocidal treatments on metabolism in soil-I. Fumigation with chloroform**. Soil Biol Biochem. 1976; 8:167-177.

JOSÉ, JB de São; RIEFF, G G; SÁ, E Luiz S. de. Mesofauna edáfica e atividade microbiana em diferentes sistemas de manejo do solo na cultura do tabaco. **Periódicos Ufpel**. Pelotas, p. 62-63. 22 nov. 2013.

KARLEN, D.L.; MAUSBACH, M.J.; DORAN, J.W.; CLINE, R.G.; HARRIS, R.F.; SCHUMAN, G.E. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation (a guest editorial). **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.61, n.1, p.4-10, 1997.

Kay, B.D.; Angers, D.A. Soil structure. In: Summer, M.E. (ed). **Handbook of soil science**. New York: CRC Press, p.A229- A275, 2000.

KEMPER, W.D., AND R.C. ROSENAU. Aggregate stability and size distribution. In A. Klute (ed.) *Methods of soil analysis*, Part f. 2 ed. **Agronomy** v. 9, p.435-442. 1986.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: Relações solo-planta**. São Paulo: Ceres, 262p, 1979.

KINNEY, C. A.; MANDERNACK, K. W.; MOSIER, A. R. Laboratory investigations into the effects of the pesticides mancozeb, chlorothalonil, and prosulfuron on nitrous oxide and nitric oxide production in fertilized soil. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 37, p. 837-850, 2005.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 395-401, 1995.

KNIES, Alberto E. et al. CARACTERIZAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO TABACO. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17., 2011, Guarapari/ES. **Anais do Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. Santa Maria/RS: UFSM, 2011. p. 1 - 5.

KUTUB, Juel Rana; FALGUNEE, Nishat. Environmental degradation due to tobacco cultivation in Bangladesh: A case study of Doulatpur, Kushtia. **Malaysian Journal Of Society And Space**, Dhaka, v. 11, n. 7, p.1-8, 2015.

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. Conservation and enhancement of soil quality. In: **Evaluation on for Sustainable Land Management in the Developing World**. Vol. 2 ISBRAM. Proc. 12(2) Int. Board for Soil Res. And Management. Bangkok, Tailândia-1991.

LAVELLE, P.; SPAIN, A.V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 2001. 654p.

LECOURS, Natacha et al. Environmental health impacts of tobacco farming: a review of the literature. **Tobacco Control**, Ottawa, v. 21, n. 2, p.191-196, dez. 2011.

LEE, K. E. **Earthworms: Their ecology and relationships with soil and land use**. New York: Academic Press, 1985.

LIMA, A. C. R.; BRUSSAARD, L.; Totola, M.R.; HOOGMOED, W.; De Goede, R.G.M. **A functional evaluation of three indicator sets for assessing soil quality**. *Applied Soil Ecology (Print)*, v. 64, p. 194-200, 2013.

LIMA, A.C.R.; HOOGMOED, W.; BRUSSAARD, L. **Farmers' assessment of soil quality in Rice production systems**. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* v.58, p.31–38. 2011.

LIMA, A.C.R.; HOOGMOED; W., BRUSSAARD, L. **Soil quality assessment in rice production systems: establishing a minimum data set**. *J. Environ. Qual.* 2008 v.37, p.623–630.

LIMA, R. G.; WIZNIEWSKY, J. G.; MARTINS, S. R. **Os Desafios da Sustentabilidade para o Desenvolvimento Rural da Região do vale do Rio Pardo, RS**. In: *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, 2005 v. 22, n. 3, p. 613-650.

LOPES, A.A. de C.; SOUSA, D.M.G. de; CHAER, G.M.; REIS JUNIOR, F.B. dos; GOEDERT, W.J.; MENDES, I.C.; Interpretation of microbial soil indicators as a function of crop yield and organic carbon. **Soil Science Society of America Journal**, v.77, p.461-472, 2013.

LUCIANO, Rodrigo Vieira et al. Propriedades físicas e carbono orgânico do solo sob plantio direto comparados à mata natural, num Cambissolo Háplico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 9, n. 1, p.9-19, 2010.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F.; LAVRES JÚNIOR, J.; MALAVOLTA, M. Micronutrientes e metais pesados - essencialidade e toxidez. Cap.4, p.117-154. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Ciência, agricultura e sociedade**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 403p, 2006.

MELLO, Nilvânia Aparecida de. **EFEITOS DO SISTEMA DE MANEJO NOS ATRIBUTOS DO SOLO, MOVIMENTAÇÃO DE SEDIMENTOS E EXPORTAÇÃO DE CARBONO ORGÂNICO NUMA MICROBACIA RURAL SOB CULTURA DO FUMO**. 2005. 273 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MERTEN, G.H.; MINELLA, J.P.G. **Impact on sediment yield due to the intensification of tobacco production in a catchment in Southern Brazil**. *Ciência rural*. Santa Maria. 2006 v.36, n.2, p 669-672.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL E COMBATE À FOME. **Secretaria Nacional de Assistência Social. Política. Política Nacional de Assistência Social/PNAS/2004**. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/arquivos/File/Agro/nppr.pdf>. Acesso em: 30 de agos. De 2016.

MIRANDA, L.N.; MIRANDA, J C. C.; REIN T. A. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, p.563-572, 2005.

MIRRA, A.P.; MEIRELLES, R.H.S.; GODOY, I. et al. **Diretrizes em foco. Tabagismo – parte I**. Ver. Assoc. Med. Bras. 2010; 56(2): p 127-43.

MOÇO, M. K.da S. **Fauna do solo em diferentes agrossistemas de cacau no sul da Bahia**. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF (Dissertação de Mestrado). 2006.

MONTEIRO, M. A; FURTADO S. M. de A. O clima do treco Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. **GEOSUL**. Florianópolis, n. 19/20, 1995. p. 117-132.

MOORMAN, J. B., A review of pesticide effects on microorganisms and microbial processes related to soil fertility. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 21, p. 14-23, 1989.

MOREIRA, Silvana dos Santos; PREDEBOM, Rodrigo; RADIS, Ana Claudia. Recuperação de área degradada com manejo ecológico do solo em Irati-Pr. In:

CONGRESSO PARANAENSE DE AGROECOLOGIA, 1., 2014, Pinhais/pr. I **Congresso Paranaense de Agroecologia – Pinhais/PR**. Pinhais/pr: Cadernos de Agroecologia, 2014. v. 9, p. 1 - 5.

MOREIRA, S.G.; KIEHL J. C.; PROCHNOW L. I.; PAULETTI V. Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.71-81, 2001.

MORSELLI, T. B. G. A. **Biologia do Solo**. Universidade Federal de Pelotas. Ed. Universitária UFPel/PREC 2009. p.146.

MUZILLI, O. Princípios e perspectiva de expansão. In: _____. **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p. 11-17. (IAPAR. Circular técnica, 23).

NARDI, J.B. **A história do fumo brasileiro**. Rio de Janeiro: ABIFUMO, 1985. 40 p.

NARDI, J.B. **O fumo brasileiro no período colonial: lavoura, comércio e administração**. São Paulo: Brasiliense, 1996. 432 p.

NACHTIGALL, G.R. & VAHL, L.C. Dinâmica de liberação de potássio dos solos da região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 15(1):43-47, 1991.

NORFLEET, M.L.; DITZLER, C.A.; PUCKETT, W.E.; GROSSMAN, R.B.; SHAW, J.N. Soil quality and its relationship to pedology. **Soil Science**, v.168, n. 3, p. 149-155, 2003.

OLIVET, Yosvel E.; GIRÓN, Víctor Sánchez; HERNANZ, José Luis. Reduced tillage for tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) production in East Cuba. Soil physical properties and crop yield. **Spanish Journal Of Agricultural Research**. Madrid, p. 611-622. 26 jun. 2014.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Epidemia do tabaco: dimensões para a saúde. In: Ajuda Memória nº154. Maio/1998. **Indústria do tabaco e responsabilidade corporativa: uma contradição**. Fevereiro de 2003. Tradução: INCA/MS

PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.74, p.1- 18, 1999.

PAULA, Betania Vahl de. **Avaliação da qualidade do solo sob cultivo de pêssego em agrossistemas familiares no Território Zona Sul - RS**. 2015. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

PELLEGRINI, A. **Sistemas de cultivo da cultura do fumo com ênfase às práticas de manejo e conservação do solo**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2006. 91p.

PETRY, Henrique Belmonte et al. QUALIDADE BIOLÓGICA DO SOLO DE SISTEMAS DE CULTIVO EM POMARES DE CITRUS DELICIOSA. **Ciência e Natureza**, [s.l.], v. 34, n. 1, p.63-79, 10 out. 2012. Universidad Federal de Santa Maria.

POGGIANI F, OLIVEIRA RE e CUNHA GC (1996). **Práticas de ecologia florestal**. Documentos florestais, 16:1- 44.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Os cuidados que o produtor deve tomar na colheita do tabaco**. [S.l.], 2011. Disponível em: Acesso em: 26 de out. 2016.

PORTAL DO TABACO. **Brasil responde por mais de 10% do tabaco produzido no Mundo**. Santa Cruz do Sul, RS, 2015. Disponível em: <http://portaldotabaco.com.br/?p=430>. Acesso em: 17 de agos. 2016.

PÔRTO, Mônica Lima et al. INDICADORES BIOLÓGICOS DE QUALIDADE DO SOLO EM DIFERENTES Indicadores biológicos de qualidade do solo. 1011 SISTEMAS DE USO NO BREJO PARAIBANO. **Ciência Agrotécnica**, Areia/pb, v. 33, n. 4, p.1011-1017, 2009.

PORTUGAL, Arley Figueiredo; COSTA, Oldair Del'arco Vinhas; COSTA, Liovando Marciano da. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DO SOLO EM ÁREAS COM SISTEMAS PRODUTIVOS E MATA NA REGIÃO DA ZONA DA MATA MINEIRA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 4, p.575-585, 2010.

PRIMAVESI, A. **Manejo Ecológico dos Solos**. São Paulo: Nobel, 2009.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas:Instituto Agrônômico de Campinas, 2000.

RAIJ, B.van.; CANTARELA, H.; QUAGGIO, J.A. & FURLANI, A.M.C., eds. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas, Instituto Agrônômico de Campinas, Fundação IAC, 1997. 285p.

RANGEL, O.J.P. & SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31:1609-1623, 2007.

RHEINHEIMER, D.S.; GONÇALVES, C.S.; PELLEGRINI, J.B.R. **Impacto das atividades agropecuárias na qualidade da água**. *Ciência & Ambiente*, 2003 n. 27, p 85-96.

ROCHA JUNIOR, Paulo Roberto da. **Indicadores de qualidade do solo e determinação de níveis de degradação de pastagens**. 2012. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2012.

ROMIG, D.E.; GARYLAND, J.M.; HARRIS, R.F. & McSWEENEY, K. How farmers assess soil health and quality. **J. Soil Water Conserv.**, 50:229-236, 1995.

ROSS, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 7ª ed. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

RUBIN, R. B. Produção e Adubação da Cultura do Fumo. **Boletim Informativo [da] Serrana**. [RS], nov., 2004. Disponível em:

<http://www.serrana.com.br/boletiminformativo/novembro-2004---producao-e-adubacao-da-cultura-do-fumo.aspx>. Acesso em: 30 set. 2016.

SANDERS, D.W. International activities in assessing and monitoring soil degradation. **Am. J. Altern. Agric.**, 7:17- 24, 1992.

SEAB/DERAL. Departamento de Economia Rural. Disponível em:

<http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/nppr.pdf>. Acesso em: 28 de agos. 2016.

SANTIAGO, A. D. ;ROSSETTO, R. **Cultivo mínimo**. Brasília, DF, 2007.

SEQUINATTO, L. **A Insustentabilidade do Uso do Solo Com Fumicultura em Terras Declivosas. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), Santa Maria, 2007.

SEYBOLD, C.A.; MAUSBACH, M.J.; KARLEN, D.L. & ROGERS, H.H. Quantification of soil quality. In: LAL, R.; KIMBLE, J.M.; FOLLET, R.F. & STEWART, B.A., eds. **Soil processes and the carbon cycle**. Boca Raton, CRC Press, 1998. p.387-404.

SHERWOOD, S. & UPHOFF, N. Soil health: Research, practice and policy for a more regenerative agriculture. **Appl. Soil Ecol.**, 15:85-97, 2000.

SILVA, J.; CASALINHO, H.;VERONA, L. E.; SCHWENGBER, J. Avaliação da mesofauna (colêmbolos e ácaros) do solo em agroecossistemas de base familiar no Rio Grande do Sul. Resumos do V CBA- Sociedade e Natureza. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n.2, p. 539-542, 2007.

SILVA, R. R. da, SILVA, M. L. N., CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. de S., CURI, N., ALOVISI, A. M. T. Biomassa e Atividade Microbiana em Solo sob Diferentes Sistemas de Manejo na Região Fisiográfica Campo das Vertentes – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1585-1592, 2007.

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. 1017p.

SINDIFUMO, 2011. **A história do Fumo**. Disponível em

<http://www.sindifumo.org.br/biblioteca/historia/index.php>. Acesso em: 15 de jun. 2016.

SLATTERY, M. C.; BURT, T. P.; GARES, P. A. **Dramatic Erosion of a Tobacco Field at Vanceboro, North Carolina**. *Southeastern Geographer* v.37, n.1, p.85-90, 1997.

SOARES, E.L.C.et. al. **Família Solanaceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil**. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, RS, 2008 v. 6, n. 3, p. 177-188.

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: 26 de out. 2016.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. & OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. 991p.

STÖCKER, Cristiane Mariliz. **Qualidade do solo em áreas sob cultivo de videira em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas-RS**. 2015. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C.; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; 2 ed. UFRGS, 222 p. 2008.

SUPRIYADI et al. The quantitative soil quality assessment tobacco plant in Sindoro mountainous zone. **Journal Of Degraded And Mining Lands Management**. Surakarta, p. 105-110, 2014.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., BISSANI, C. A., BOHNEN, H., VOLKWEISS, S. J. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos-Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995 n.5, 174p.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade dos solos. In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F. de; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (ED.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: **Sociedade brasileira de ciência do solo**, v.2, p. 195-276, 2002.

TURKLIĆ, Ivan et al. Influence of Bulk Density on Soil Resistance and Yield of Tobacco. **International Journal Of Plant Research**, Zagreb, v. 2, n. 6, p.21-24, 2016.

UNIFUMO. **Cultura do fumo**. Pouso Redondo, 2016. Disponível em: Acesso em: 30 de nov. de 2016.

USDA. Agricultural management effects on earthworm populations. Soil Quality-agronomy technical notes on the effects of land management on soil quality. **Soil Quality Institute**, n. 11, p. 1- 8, 2001.

USDA – United States Department of Agriculture. **Guía para la evaluación de La calidad y salud del suelo**. USA: USDA, 1999. 82p.

VANCE, E. D.; Brookes, PC. Jenkinson, DS. **Na extraction method for measuring soil microbial biomass C**. Soil Biol Biochem. 1987:19:703-707.

VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho-Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 35-42, 2000.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. Revisão de literatura: Uma visão sobre a qualidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 33, p. 743-755, 2009.

ZALAMENA, Jovani. **IMPACTO DO USO DA TERRA NOS ATRIBUTOS QUÍMICOS E FÍSICOS DE SOLOS DO REBORDO DO PLANALTO – RS**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

ZALUSKI, Patrícia; ANTONELI, Valdemir. Variabilidade na Infiltração da Água no Solo em área de Cultivo de Tabaco na Região Centro-Sul do Paraná. **Caderno de Geografia**, Mallet, v. 24, n. 41, p.1-14, 2013.

YODER, R. A.; **direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses**. Journal America Society of Agronomy., 28:337-351, 1936.

WAIWRIGHT, M. A review of the effect of pesticides on microbial activity in soil, **Journal Soil Science**, Oxford, v. 29, p. 287-298, 1978.

WARDLE, D. A.; PARKINSON, D. Relative importance of the effects of 2,4-D, glyphosate and environmental variables on the soil microbial biomass. **Plant Soil**, Netherlands, v. 134, p. 209-219, 1991.

WOOD, S. D.; WORSHAM, A. D. **Reducing soil erosion in tobacco fields with no-tillage transplanting**. Journal of Soil and Water Conservation v.41, n.3, 1986 p.193-196.

Apêndices

Apêndice A- Entrevista semi-estruturada

Entrevista do sistema de manejo dos produtores de tabaco**Local:****Data:****Agricultor:**

Adubação	SIM	NÃO	F. PRÓPRIA	F. EXTERNA
Mineral natural				
Cinzas				
Verde				
Esterco de aves				
Esterco bovino				
Húmus de minhoca				
Organomineral				
Mineral (NPK)				
Outros preparados orgânicos				
Calagem				

Preparo do solo	SIM	NÃO
Aração T mecânica		
Aração T animal		
Gradagem T mecânica		
Gradagem T animal		
Escarificação T mecânica		
Escarificação T animal		
Rotativa		
Encanteiramento T mecânica		
Encanteiramento T manual		
Capinadeira T mecânica		
Capinadeira T manual		

Sistema de cultivo	SIM	NÃO
Rotação de culturas		
Pousio		
Cultivo mínimo		
Plantio direto		
Convencional		
Cultivos associados		

Apêndice B- Tabelas com as médias dos indicadores químicos de cada agroecossistema

INDICADORES	P	K	CTC	MO	pH	Ca	Mg	Al	Cu	Zn	Mn	Na	V%
	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	%	água	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	mg dm ⁻³	%
AC1	97,00	152,20	8,36 M	1,93	5,36	3,12	1,26	0,20	0,72	1,54	29,60	8,20	57,60
AC2	102,90	121,60	6,30	1,71	4,82	1,94	0,56	0,52	0,38	1,10	30,20	5,80	45,20
AC3	149,40	65,00	5,60	2,24	5,12	1,92	0,84	0,18	0,14	0,88	24,40	16,00	53,60
AC4	94,80	122,00	6,42	3,26	4,80	2,28	0,58	0,34	0,30	1,38	59,60	24,60	50,20
VN1	19,60	127,60	14,82	2,54	4,82	5,98	2,48	1,38	0,50	9,20	54,20	8,40	53,40
VN2	10,00	163,20	12,58	3,26	4,94	4,80	1,98	0,86	0,16	3,88	88,60	18,40	50,60
VN3	9,70	56,00	7,08	2,79	5,00	1,96	0,58	0,60	0,14	0,98	35,00	11,00	37,40
VN4	41,50	95,80	7,04	2,93	5,22	2,50	1,16	0,36	0,12	2,12	51,00	11,20	54,40

Apêndice C- Tabelas com as médias dos indicadores físicos de cada agroecossistema

INDICADORES	Ma %	Mi %	DS Mg m ⁻³	DMP mm	RP Mpa
AC1	17,21	22,39	1,47	0,92	1,14
AC2	23,97	19,22	1,38	1,22	0,57
AC3	26,79	17,76	1,38	1,52	0,50
AC4	24,90	20,47	1,35	1,46	0,91
VN1	13,66	28,50	1,47	2,80	1,76
VN2	15,67	19,50	1,04	3,25	1,55
VN3	19,67	21,92	1,33	3,14	1,51
VN4	19,33	23,75	1,32	2,84	1,52

Apêndice D- Tabelas com as médias dos indicadores biológicos e microbiológicos de cada agroecossistema

ÁREA	Min Ind m ⁻²	RA/C Ind cm ⁻³	CBM mg Kg ⁻¹	RBS μg C-CO ₂ h ⁻¹ g ⁻¹	qCO ₂ qCO ₂ x10 ⁻³	Umi %
AC1	10,00	0,24	84,09	0,220	2,62	13,89
AC2	0,00	11,15	56,82	0,174	3,06	15,75
AC3	0,00	0,03	63,64	0,054	0,85	8,46
AC4	25,00	2,34	70,45	0,200	2,84	3,07
VN1	5,00	5,20	204,55	0,232	1,13	7,00
VN2	40,00	2,05	307,52	0,260	0,85	11,25
VN3	0,00	0,20	147,73	0,151	1,02	7,90
VN4	5,00	1,90	118,18	0,091	0,77	1,58