UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar

Dissertação

Qualidade do solo em áreas sob cultivo de videira em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas-RS

Cristiane Mariliz Stöcker

Pelotas, 2015

CRISTIANE MARILIZ STÖCKER
Engenheira Agrônoma

Qualidade do solo em áreas sob cultivo de videira 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: Drª. Ana Cláudia Rodrigues de Lima
Co-orientador: Dr. Cesar Valmor Rombaldi

Pelotas, 2015

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

S111q Stöcker, Cristiane Mariliz

Qualidade do solo em áreas sob cultivo de videira em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas-RS / Cristiane Mariliz Stöcker ; Ana Cláudia Rodrigues de Lima, orientadora ; Cesar Valmor Rombaldi, coorientador. — Pelotas, 2015.

87 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2015.

1. Vitis labrusca. 2. Vinhedos familiares. 3. Diagnóstico. 4. Indicadores da qualidade do solo. 5. Qualidade da fruta. I. Lima, Ana Cláudia Rodrigues de, orient. II. Rombaldi, Cesar Valmor, coorient. III. Título.

CDD : 631.4

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Cristiane Mariliz Stöcker

Qualidade do solo em áreas sob cultivo de videira em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas-RS

Data da defesa: 28/08/2015

Banca Examinadora:

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

.....
Prof. Dr. Helvio Debli Casalinho
Doutor em Produção Vegetal – Universidade Federal de Pelotas

.....
Pesquisador Dr. Adilson Luís Bamberg
Doutor em Agronomia/Solo – Universidade Federal de Pelotas

.....
Dr. Gerson Kleinick Vignolo
Doutor em Fruticultura de Clima Temperado – Universidade Federal de Pelotas

Às pessoas mais importantes da minha vida,
que são o meu verdadeiro alicerce,
meus pais Bruno e Iná,
ao meu irmão Jonas Leandro e
ao meu sobrinho Kauê.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que estiveram ao meu lado, contribuindo de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu fortalecimento pessoal e profissional, deixando um pouco de cada um. À todas estas pessoas quero agradecer como mais puro e sincero sentimento de amor, carinho, amizade e gratidão. Especialmente:

À Deus por ter guiado os meus passos, nunca me desviando dos meus objetivos. Por ter colocado pessoas tão especiais no meu caminho, por me mostrar a melhor maneira de enfrentar os obstáculos na vida pessoal e profissional. Por ter me concedido saúde, força, alegria e coragem para seguir firme no meu objetivo.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso no Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar (PPG-SPAF) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro.

Ao PPG-SPAF pela oportunidade de realizar o mestrado em uma área tão nobre para a nossa sociedade, mas tão pouco valorizada. Aos professores pelos ensinamentos e aos colegas pelas amizades firmadas durante este período, e aos momentos de descontração na salinha dos alunos.

À Embrapa Clima Temperado pelo uso de sua infra-estrutura na condução de uma parte do trabalho, especialmente ao Pesquisador Dr. Adilson Bamberg pela confiança, pela oportunidade e pelos conhecimentos adquiridos durante este período.

Aos meus queridos pais, Bruno e Iná, que sempre acreditaram em mim, me ajudaram a me tornar a pessoa que sou hoje. Pelo apoio na minha formação e por terem me mostrado o verdadeiro sentido da palavra amor. Ao meu irmão Jonas, minha cunhada Pauline e ao meu sobrinho Kauê pela torcida, carinho e

compreensão pelos momentos de ausência. Não existem palavras que possam expressar a minha gratidão e o meu agradecimento. Essa dissertação é para vocês e por vocês!

À minha querida orientadora Ana Cláudia Rodrigues de Lima, pela excelente orientação. Sempre me auxiliando e me orientando da melhor forma possível com sua imensa paciência, alegria, amor e motivação, guiou os meus passos para que eu chegasse até aqui. Com quem compartilhei as alegrias e as dificuldades que encontrei durante este período.

Ao meu querido Co-orientador Cesar Valmor Rombaldi, pelo exemplo de profissional que és, pela confiança depositada em mim desde a graduação, pelo carinho, pelos conhecimentos transmitidos, sempre me orientando da melhor forma possível.

Ao professor Helvio Casalinho, que sempre nos acompanhou durante as coletas de campo, auxiliando com o seu imenso conhecimento.

À Família Lab. Física do Solo-EMBRAPA que me acolheu de forma tão carinhosa. Especialmente ao funcionário Paulo Roberto "Paulão" que se tornou um pai pra mim, com suas "palavras do coração", aos amados amigos, Roberta, Juliana, Bruna, Fernanda e Pablo, que estiveram comigo durante este período me auxiliando, me aconselhando, me apoiando e principalmente pelos maravilhosos momentos de descontração.

Um agradecimento especial à minha amiga-irmã Roberta Kunde, sempre me auxiliando em tudo que precisei, tornando os dias cansativos e difíceis em dias divertidos e agradáveis. Obrigada pela sua companhia e alegria, além de aguentar minhas reclamações.

À minha querida amiga-irmã Graci a qual tive o prazer de morar durante o período do mestrado, simplesmente um anjo que caiu do céu, que se tornou muito mais que uma simples colega de apartamento, se tornou uma irmã. Que esteve comigo diariamente compartilhando as minhas angústias, alegrias, meus altos e baixos durante esses quase 2 anos de convivência. Obrigada pela sua companhia, amizade e carinho durante este período e já aproveito e peço desculpas também pelo meu estresse.

Aos bolsistas, Ronaldo, Rafael e Tamires, pelo auxílio nas coletas de campo, nas análises de laboratório, pela disposição na execução deste trabalho, amizade e momentos de descontração.

À mestranda Rosane Crizel pelo auxílio e colaboração nas análises físico-químicas da uva, obrigada pela amizade, pelo carinho e pela ajuda.

Aos funcionários do Lab. física do solo da UFPel, especialmente ao Seu Paulo e a Rosimere, e ao funcionário Sergio do Lab. de Biologia do Solo da UFPel, pelo auxílio nas análises.

Em especial às famílias Camelato, Schiavon, Nardelo e Teixeira, que acreditaram no desenvolvimento deste trabalho, que gentilmente abriram as portas de suas propriedades para nos receber.

Enfim, o meu eterno muito obrigada a todas as pessoas que contribuíram de forma direta ou indireta para que essa dissertação se tornasse realidade.

MUITO OBRIGADA!!!

“Uma vida sem desafios não vale a pena ser vivida”

Sócrates

RESUMO

STÖCKER, Cristiane Mariliz. **Qualidade do solo em áreas sob cultivo de videira em propriedades agrícolas familiares no município de Pelotas - RS.** 2015. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

Este trabalho foi desenvolvido em quatro vinhedos familiares localizados no Município de Pelotas, no Território Zona Sul do Rio Grande do Sul. O objetivo do presente estudo foi construir um diagnóstico, a partir da análise de indicadores da qualidade do solo, da folha e da fruta em propriedades agrícolas familiares produtoras de uva cultivar bordô. Este diagnóstico baseou-se em uma pesquisa descritiva a qual contribuirá para o estabelecimento de um modelo para posterior estudo sobre a dinâmica dos indicadores físicos, químicos e (micro)biológicos no sistema solo-planta-fruto em agroecossistemas com produção de uva. Os indicadores utilizados foram: 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, Al), micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu e B), relação de ácaros/colêmbolos, Índice de Shannon, número de minhocas, respiração basal do solo, carbono da biomassa microbiana do solo, análises foliares de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn) e análises físico-químicas da fruta (°Brix, acidez, *ratio*, pH, antocianinas, atividade antioxidante e fenóis totais), os quais foram mensurados através de análises laboratoriais. Com a interpretação dos dados foi possível verificar que os solos avaliados apresentam condições físicas adequadas. Com relação aos indicadores químicos, os solos avaliados apresentam adequada fertilidade, e com relação às condições biológicas (meso e macrofauna), estão abaixo dos índices considerados como ideais. Levando-se em consideração a análise foliar podemos inferir que os vinhedos apresentam estado nutricional adequado. Os indicadores físico-químicos da uva estão dentro dos parâmetros esperados para a cultivar avaliada.

Palavras-chave: *Vitis labrusca*; vinhedos familiares; diagnóstico; indicadores da qualidade do solo; qualidade da fruta.

ABSTRACT

STÖCKER, Cristiane Mariliz. **Soil quality in areas under vine cultivation on family farms in the municipality of Pelotas - RS.** 2015. 87f. Dissertation (Master of Agronomy). Post-Graduate Program in Family Agricultural Production Systems. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2015.

This study was conducted in four family vineyards located in the municipality of Pelotas, in the South Territory of the Rio Grande do Sul state. The aim of this study was to construct a diagnosis based on the analysis of soil quality indicators, leaf and fruit on family farms grape producers. This diagnosis was based on a descriptive research which will contribute to the establishment of a model for further study on the dynamics of physical, chemical and (micro) biological indicators in the soil-plant-fruit system. The indicators used were: bulk density, total porosity, microporosity, macroporosity, mean weight diameter of aggregates, pH, organic matter, cation exchange capacity, macronutrients (K, P, Ca, Mg, Al), micronutrients (Fe, Mn, Zn, Cu and B) ratio of mites/springtails, Shannon Index, number of earthworms, soil basal respiration, microbial biomass carbon, leaf analysis macronutrients (N, P, K, Ca, Mg) and micronutrients (B, Cu, Fe, Mn, Zn) and physical-chemical analysis of fruit (°Brix, acidity, ratio, pH, anthocyanins, antioxidant activity and phenolic compounds), which were measured by laboratory analysis. With the data interpretation was possible to verify that the soil physical indicators present adequate physical conditions. With respect to chemical indicators the vineyards evaluated have adequate soil fertility, but regarding the biological conditions (meso and macrofauna) the results were below the considered ideal. Taking into account the foliar analysis, the vineyards present adequate nutritional status. Lastly, the fruit physical and chemical indicators present expected parameters for this cultivar.

Keywords:*Vitis labrusca*; family vineyards; diagnosis; soil quality indicators; fruit quality.

Lista de Figuras

Figura 1- Dados diários de Temperatura média, máxima e mínima dos meses de maio de 2014 (A) e fevereiro de 2015 (B). 37

Figura 2- Dados diários de chuva e umidade relativa do ar dos meses de maio de 2014 (A) e fevereiro de 2015 (B). 37

Figura 3- Perfis dos solos nas quatro propriedades agrícolas familiares em estudo. 38

Figura 4- Valores médios de respiração basal nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m em quatro vinhedos familiares. 56

Figura 5- Valores médios de carbono da biomassa microbiana nascamadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m em quatro vinhedos familiares. 57

Figura 6- Valores médios de umidade do solo nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m em quatro vinhedos familiares. 58

Lista de Tabelas

Tabela 1- Ano de implantação dos vinhedos e práticas de manejo utilizadas pelos agricultores. 36

Tabela 2- Valores médios de microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma), porosidade total (Pt), densidade do solo (Ds) e diâmetro médio ponderado (DMP) com respectivos desvios padrões, nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, em quatro vinhedos agrícolas familiares. 45

Tabela 3- Proporções relativas das frações granulométricas e respectiva classe textural dos solos nos quatro vinhedos. 47

Tabela 4- Valores médios de pH, índice SMP, matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efet.), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), fósforo (P), potássio (K), saturação por bases e alumínio, e suas respectivas interpretações de acordo com Manual de adubação e calagem (SBCS, 2004), nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, em quatro vinhedos familiares. 49

Tabela 5- Valores médios de zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), boro (B) e ferro (Fe) e sua respectivas interpretações de acordo com o manual de adubação e calagem (SBCS, 2004), nas duas camadas avaliadas em quatro vinhedos familiares. 51

Tabela 6- Valores médios de relação ácaros e colêmbolos (Ác/Col), Índice de Shannon (H) para ácaros (ác) e colêmbolos (col), número de minhocas (Ind/m²) e umidade nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, em quatro vinhedos familiares. 54

Tabela 7- Valores médios de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e Zinco (Zn) em vinhedos familiares. 59

Tabela 8- Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), acidez titulável (AT) (g ác. Tartárico $100g^{-1}$), *ratio* (SST/AT) e pH da uva Bordô cultivada, em quatro vinhedos familiares.....60

Tabela 9- Valores médios de antocianinas totais, atividade antioxidante e fenóis totais da uva Bordô cultivada em quatro vinhedos familiares.....64

Lista de abreviaturas

Ac	Ácaros
AF	Agricultura Familiar
Al	Alumínio
AT	Acidez Titulável
B	Boro
$BaCl_2$	Cloreto de bário
Ca	Cálcio
CBM	Carbono da Biomassa Microbiana
Cfa	Clima subtropical úmido ou temperado
Col	Colêmbolos
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
Cu	Cobre
DMP	Diâmetro Médio Ponderado
DS	Densidade do Solo
EMATER	Associação Rio-grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAEM	Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Fe	Ferro
FT	Fenóis totais
HCl	Ácido clorídrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K	Potássio
Ma	Macroporosidade
Mg	Magnésio
Mi	Microporosidade

Mn	Manganês
MO	Matéria Orgânica
Na	Sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
P	Fósforo
pH	Potencial hidrogeniônico
PIB	Produto Interno Bruto
Pt	Porosidade total
QS	Qualidade do Solo
RBS	Respiração Basal do Solo
RS	Rio Grande do Sul
SBCA	Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
SST	Sólidos Solúveis Totais
UFPel	Universidade Federal de Pelotas
USDA	United States Department of Agriculture
V (%)	Saturação por bases
Zn	Zinco

Sumário

1 INTRODUÇÃO 18
2 REVISÃO DE LITERATURA 20
2.1 Agricultura familiar 20
2.2 Panorama geral da viticultura 21
2.3 Aspectos gerais da cultura da videira 24
2.3.1 Uvas americanas-cultivar Bordô 25
2.3.2 Aspectos nutricionais da videira 26
2.4 Qualidade da uva 27
2.5 Qualidade do solo 29
2.5.1 Qualidade do solo para a produção de videiras 31
3.1 Processo de seleção dos vinhedos 35
3.2 Caracterização do local de estudo 36
3.2.1 Clima 36
3.2.2 Solos 37
3.3 Coleta e análise dos solos 39
3.3.1 Escolha dos indicadores 39
3.3.2 Coleta e preparo das amostras 39
3.3.2.1 Determinações físicas do solo 39
3.3.2.2 Determinações químicas do solo 40
3.3.2.3 Determinações biológicas do solo 40
3.4 Coleta e análises foliares 41
3.5 Coleta e análises das uvas 42
3.5.1 Análises físico-químicas 42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 45
4.1 Qualidade do Solo 45
4.1.1 Indicadores físicos 45

4.1.2 Indicadores químicos 48
4.1.3 Indicadores biológicos 53
4.1.4 Indicadores microbiológicos 55
4.2 Características químicas foliares 59
4.3 Características físico-químicas da uva 60
5 CONCLUSÕES 66
REFERÊNCIAS 67

1 INTRODUÇÃO

A produção de uvas é considerada uma boa alternativa de renda especialmente para os agricultores familiares, que buscam a diversificação de atividades e/ou incremento com novas culturas para as suas propriedades. Seus frutos e derivados têm boa aceitação pelos consumidores por promoverem melhor qualidade de vida devido as suas características nutricionais e funcionais.

No Rio Grande do Sul, a viticultura se desenvolve praticamente em pequenas extensões de terras, com predomínio de mão de obra familiar, sendo um setor com alta geração de empregos.

A viticultura nas propriedades familiares tem sua produção basicamente destinada à elaboração artesanal de sucos, vinhos e ao consumo *in natura*. Essa dupla finalidade que algumas cultivares de uva possui permite ao produtor a escolha do melhor destino de sua produção, que dependendo da qualidade da uva e do preço, pode ser destinada ao mercado *in natura* ou para o processamento.

Um dos entraves para o desenvolvimento da agricultura familiar no Brasil é devido às pequenas propriedades familiares estarem localizadas em solos menos desenvolvidos, mais rasos e em terrenos de relevo ondulado, o que faz com que estes solos fiquem mais suscetíveis a diferentes processos de degradação.

A videira pode ser cultivada em diversos tipos de solos, porém o efeito do solo no comportamento desta e na composição e qualidade da uva é complexo, pois vários fatores como o clima e a disponibilidade hídrica podem afetar tanto a planta quanto o fruto.

Estudos sobre a qualidade do solo, apesar de sua grande importância, são relativamente recentes, pois tiveram seu início na década de 90, quando nos Estados Unidos começou-se a relacionar a saúde das pessoas com a qualidade do solo.

A qualidade do solo pode ser avaliada por meio de um conjunto mínimo de indicadores físicos, químicos e biológicos. Estes devem ser de fácil avaliação,

capacidade de integração, adequação ao nível de pesquisa, aplicação em situações diversas e, principalmente, sensíveis às variações de manejo e clima.

Considerando a escassez de estudos sobre a qualidade do solo (QS) em áreas cultivadas com videira (*Vitis labrusca*), principalmente no Território Zona Sul do RS, objetivou-se, no presente estudo, construir um diagnóstico, a partir da análise de indicadores da qualidade do solo, da folha e da fruta em propriedades agrícolas familiares, localizadas no Município de Pelotas, RS.

Este diagnóstico foi baseado em uma pesquisa descritiva a qual contribuirá para o estabelecimento de um modelo para posterior estudo sobre a dinâmica dos indicadores físicos, químicos e (micro)biológicos no sistema solo-planta-fruta em agroecossistemas com produção de videira.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Agricultura familiar

A Agricultura Familiar (AF) no Brasil é representada por um grande número de famílias, predominantemente produtoras de alimentos. Este segmento é de grande importância nos aspectos econômico, social, ambiental e cultural para o país, recebendo papel de destaque no cenário agrícola brasileiro, sendo um dos setores indispensáveis para a manutenção da vida.

Guanzirolli et al. (2001) e IBGE (2006) apontam a AF como responsável por 85,2% dos estabelecimentos agrícolas, ocupando 30,5% do total da área agrícola brasileira que corresponde a 76,8% do emprego no campo e 40% da produção agropecuária. Para Ploeg (2009), a AF é parte relevante e indispensável na agricultura mundial, contribuindo para a geração de emprego, renda e para o desenvolvimento de modo geral.

A AF é a atividade econômica em que os trabalhos em nível de unidade de produção são exercidos predominantemente pela família, mantendo ela a iniciativa, o domínio e o controle do que, e como é produzido, havendo uma relação direta com o que é consumido (ou seja, são unidades de produção e consumo), além de manter um alto grau de diversificação produtiva (HILSINGER, 2007).

Em uma economia altamente capitalizada, a AF enfrenta dificuldades ao concorrer com empresas, em um mercado cada vez mais competitivo e exigente. Dessa forma, uma alternativa é a inovação, através da busca de mercados com produtos novos e diferenciados. A diversificação de atividades ou o incremento com novas culturas tem sido uma tendência e, em virtude da atual economia, os agricultores estão buscando cada vez mais estratégias que possibilitem aumentar a sua renda e a sua qualidade de vida, através de alternativas de forma planejada e

equilibrada que se complementem e proporcionem o desenvolvimento rural sustentável (FARIA, 2012).

De acordo com o IBGE (2006), o Rio Grande do Sul (RS), é a terceira unidade da federação com maior número de estabelecimentos agrícolas familiares, e estes representam uma parcela significativa da população rural da região Sul do RS, sendo responsável por 27% do Produto Interno Bruto (PIB) no Estado, produzindo 89% do leite, 74% do milho, 58% da soja, 74% de aves, 71% de suínos, 38% de bovinos de corte e 97% do fumo.

Na região Sul do RS, profundas diferenças no cenário agrário são facilmente identificadas e estas diferenças referem-se ao processo de colonização dessa região, onde nas áreas mais nobres, com solos mais desenvolvidos e relevo plano, se localizam as grandes propriedades agrícolas, com sua produção baseada na monocultura e pecuária de corte. Já nas áreas de relevo ondulado, com solos menos desenvolvidos e mais rasos, encontram-se as pequenas propriedades agrícolas, alicerçadas na mão de obra familiar (AUDEH, 2013).

Sendo assim, a viticultura no RS se caracteriza por se desenvolver basicamente em pequenas propriedades, com área média dos pomares de 2,5 hectares e mão de obra familiar, ou seja, é um setor com alta geração de empregos e, assim, um típico exemplo de AF sustentável (ANTES, 2008). Dessa forma, a região Sul do RS vem se destacando, onde a área de vinhedos está crescendo, principalmente entre os pequenos produtores, proporcionando uma alternativa para permanecerem no campo, e, além disso, agregarem renda a sua propriedade.

2.2 Panorama geral da viticultura

A introdução da videira no Brasil foi feita pelos colonizadores portugueses em 1532, através de Martin Afonso de Souza, na então Capitania de São Vicente, hoje Estado de São Paulo. Inicialmente essa atividade foi constituída somente de cultivares de *Vitis vinifera* procedentes de Portugal e Espanha. A exploração vinícola no país se deu desde o século XVII no Estado do RS (ROSIER; LOSSO, 1997). Somente nas primeiras décadas do século XIX que foram introduzidas as cultivares de *Vitis labrusca* cultivadas em diversas regiões do país, tornando-se a base para o desenvolvimento da viticultura comercial (PROTAS et al. 2002).

A viticultura brasileira ocupa uma área de 82.507 hectares e apresenta uma produção média de 1.455.809 toneladas (IBGE, 2012). Em 2012, aproximadamente

60% da uva produzida no Brasil foi destinada ao processamento para elaboração de vinhos, suco de uva e derivados, sendo o restante destinado ao mercado de uva *in natura*.

De acordo com Mello (2003), esta atividade agrícola concentra-se nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, constituindo uma atividade consolidada e com importância socioeconômica, nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Santa Catarina, Paraná, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais. De acordo com Mello (2013), a viticultura é importante para a sustentabilidade da pequena propriedade rural no país, assim como nos últimos anos tem se tornado importante também, na geração de emprego, em grandes empreendimentos de produção de uvas de mesa e uvas para processamento.

A produção de uvas no Brasil está dividida em dois grupos: uvas finas ou europeias (*Vitis vinifera*), e uvas comuns rústicas ou americanas (*Vitis labrusca* ou híbridas). Estes grupos apresentam características diferenciadas quanto à produção, resistência a pragas e produtos que originam. De modo geral, as uvas comuns se caracterizam pela alta produtividade, resistência às principais doenças fúngicas, adaptando-se bem às condições ambientais do Sul do Brasil. Além destas serem comercializadas para consumo *in natura* e elaboração de suco, são mais recomendadas para a produção de base orgânica e/ou agroecológica (CAMARGO; NACHTIGAL, 2007).

Vale ressaltar que as videiras de origem americana, principalmente as cultivares de *V. labrusca*, foram a base para o desenvolvimento da viticultura brasileira (IBRAVIN, 2014). Esta produção tem sido uma atividade desenvolvida em pequenas propriedades rurais com o uso da mão-de-obra familiar, principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país, diferente do que ocorre na região Nordeste, onde prevalecem grandes empresas rurais. A viticultura, independente do destino da produção, é uma atividade geradora de emprego e renda, auxiliando, assim, a fixação de famílias no campo e gerando riquezas onde ela se consolida (EMBRAPA, 2013).

O RS, principal produtor nacional de uvas, no ano de 2012 possuía uma área plantada com videiras de 51.152 hectares, representando aproximadamente 62% da área total do país, com uma produção de 840.251 toneladas (IBGE, 2012). Segundo dados do Atlas Socioeconômico (2014), este volume confere ao estado o status de maior produtor de uvas em nível nacional, onde a produção média tem aumentado

de forma acentuada, passando de 533.651 toneladas/ano no período de 2000 a 2002 para 754.056 toneladas/ano no período de 2009 a 2011.

Nesse contexto, o RS destaca-se por ser o maior produtor de uvas para vinificação, tanto *Vitis vinifera* como *Vitis labrusca.* Embora todas as regiões do estado produzam uvas, duas regiões merecem destaque especial pela quantidade e qualidade, sendo elas: a serra, localizada na região nordeste e a campanha gaúcha, localizada na região sul (PROTAS; CAMARGO, 2011).

A produção de uvas é resultado da forte influência da colonização italiana e está concentrada principalmente no nordeste do Estado do RS com destaque para Bento Gonçalves, que tem uma produção anual de 109.883 toneladas/ano. Desta produção, apenas uma pequena parte é destinada ao consumo *in natura*, pois a fruta é mais utilizada na elaboração de sucos e vinhos de forma artesanal e industrial. Nas últimas décadas, com a introdução de outras variedades e o aprimoramento das técnicas de elaboração, os vinhos gaúchos têm conquistado novos mercados nacionais e internacionais. Neste sentido o RS é responsável atualmente por cerca de 90% da produção nacional de vinhos e suco de uva (ATLAS SOCIOECONÔMICO, 2014).

Ao contrário do que se imagina a tradição gaúcha em viticultura não se iniciou pela região da Serra, mas sim no Município de Rio Grande, na Ilha dos Marinheiros (SCHNEID, 2007). A viticultura na Região de Pelotas também é muito antiga e a sua viabilidade para cultivo de uva é facilitada pela tradição do Município na área da fruticultura.

Segundo dados disponíveis em IBGE (2006), o Município de Pelotas possuía uma área de 19 hectares cultivados com uvas no ano de 2003, alcançando uma produção de 114 toneladas. A viticultura acontece predominantemente, em pequenas propriedades agrícolas com a produção destinada à elaboração artesanal de sucos, vinhos e também para o consumo *in natura*. Feger et al. (2002) relataram que, esta dupla finalidade permite ao produtor escolher o destino da produção de suas uvas, que podem ser destinadas ao mercado *in natura* ou para o processamento, dependendo da qualidade do produto e do preço.

A região colonial de Pelotas já propiciou importante produção no setor de viticultura desde o final do século XIX até as primeiras décadas do século XX, período no qual Pelotas esteve entre os maiores produtores de uva do Estado (GRANDO, 1987). Porém, em seguida, a videira passou a ser substituída pelo

pessegueiro entre outras culturas, principalmente por falta de incentivos governamentais ao pequeno produtor.

No entanto, nos últimos anos e por estímulo de técnicos e pesquisadores de instituições de pesquisa, ensino e extensão de Pelotas (EMBRAPA, UFPel e Emater Ascar), foram definidas novas ações de incentivo ao retorno da viticultura, acreditando no potencial de produção das uvas americanas, concentrando-se no controle de qualidade da uva e de seus produtos, na diversificação da atividade por meio da produção de sucos e de vinhos de mesa (AZEVEDO, 2010).

Neste contexto, o cultivo de uvas para a produção de vinhos comuns, sucos e derivados, põem-se como alternativa para compor a diversificação da matriz produtora das propriedades agrícolas familiares de Pelotas/RS, visto que este cultivo é feito em pequenas áreas de terra e pelo fato da região apresentar tradição e aptidão para frutíferas (RADÜNZ, 2012).

2.3 Aspectos gerais da cultura da videira

A videira pertence à família *Vitaceae*, gênero *vitis,* tendo como espécies mais importantes, a *Vitis vinifera* (videira européia), originária do centro da Ásia Central, em regiões que tem clima típico mediterrâneo, e a *Vitis labrusca* (videira americana) proveniente do norte do continente americano, em região de clima temperado e úmido (POMMER, 2003). A videira é uma cultura perene, arbustiva, com caule sarmentoso e hábito trepador e, por isso, necessita de um sistema de sustentação para melhorar a distribuição de seus ramos e a exposição das folhas à luminosidade (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2011). A determinação do sistema de sustentação poderá influenciar no crescimento vegetativo, na produtividade do vinhedo, bem como na qualidade da uva e do vinho (MIELE; MANDELLI, 2005).

O sistema de condução latada (também chamado de pérgola) é onde o dossel vegetativo fica na direção horizontal em relação a superfície do solo, sendo o sistema de condução mais utilizado para as uvas americanas. Este sistema de condução possui como principais vantagens: proporciona uma extensa área de dossel, com grande carga de gemas, resulta em elevado número de cachos e alta produtividade e, consequentemente, aumento da produção por área, além de se adaptar-se à topografia de regiões montanhosas, como, por exemplo, a região da Serra Gaúcha (Miele & Mandelli, 2005).

O fruto da videira é denominado baga, o qual forma o cacho. O sistema radicular da videira é ramificado, e quando as condições do solo são favoráveis, as raízes podem atingir vários metros de profundidade. Entretanto, deve-se considerar, apenas, a profundidade efetiva das raízes, que é onde se concentra a maior parte do sistema radicular da cultura. De modo geral, pode-se considerar que essa profundidade se situa entre 40 e 60cm (PIRES et al., 1997; BASSOI et al., 2002; BASSOI et al., 2003).

2.3.1 Uvas americanas-cultivar Bordô

As cultivares de videira da espécie *Vitis labrusca* e seus híbridos compõem a maioria da produção de uvas do Brasil. Essa cultivar é originária de Ohio, EUA. O nome correto do cultivar é Ivês, porém de acordo com a região onde é cultivada recebe um nome específico. No Paraná, “Terci”, em Minas Gerais, “Folha de Figo” e no Rio Grande do Sul é conhecida como “Bordô” (BADALOTTI, 2011).

De acordo com Ibravin (2012), o Brasil é o principal produtor dessa cultivar, sendo que, no RS, são cultivados 7.000 hectares, o que representa uma área de 14% do total cultivado com videiras no estado. Dentre as principais cultivares de uvas americanas para processamento ou mercado *in natura*, destacam-se ‘Isabel’, ‘Bordô’, ‘Concord’, como uvas tintas, e ‘Niágara Branca’ e ‘Niágara Rosada’, entre as brancas e rosadas (CAMARGO et al., 2008).

Segundo Nachtigal (2008), as uvas americanas apresentam algumas características que potencializam a exploração em pequenas propriedades, proporcionando, em alguns casos, maiores retornos econômicos do que as cultivares de uvas finas. Esta cultivar caracteriza-se por apresentar elevada produtividade, sendo que a Bordô tem produção aproximada de 15 a 20 toneladas/hectare em sistema latada, e tolerante às doenças o qual normalmente atacam as uvas européias (*Vitis vinifera)*.

Em função da alta rusticidade quanto aos aspectos fitossanitários, a cultivar Bordô é a principal videira utilizada pelos viticultores da região de Pelotas. Além disso, essa cultivar produz mostos tintórios, com intensa coloração, sabor e aroma foxados, alta acidez e teor de pectina mais elevado. No entanto, apresenta menor potencial de produção de açúcares quando comparadas com as cultivares europeias (*Vitis vinífera)*, nas mesmas condições de cultivos (MALGARIM et al., 2006).

Devido a estas características, as uvas da cultivar Bordô são muito utilizadas em cortes (mistura) com os vinhos pouco coloridos, por exemplo, os vinhos oriundos da cultivar Isabel. Da mesma forma, também é disputada pela indústria de suco com o mesmo objetivo, o de corrigir a coloração de sucos elaborados com as cultivares Isabel e Concord (CAMARGO, 2008).

Assim, a cultivar “Bordô” tem aceitação entre os produtores, principalmente, pela economia, pois a grande parte dos vinhedos é implantado com mudas de pé franco (método de produção de mudas a partir do enraizamento direto da estaca, sem o uso de porta-enxerto), além da facilidade de manejo e aceitação nas indústrias de vinho e suco.

2.3.2 Aspectos nutricionais da videira

A cultura da videira, para um bom desenvolvimento vegetativo e produtivo, necessita de uma nutrição equilibrada. A falta ou excesso de um ou mais nutrientes acarreta em anormalidades, muitas vezes visível, sendo típica para cada elemento. Entretanto, principalmente nas condições de campo, mais de um elemento pode se situar na faixa de deficiência e assim tornar-se mais difícil a identificação (MALAVOLTA, 1980).

A nutrição adequada das plantas promove, além do aumento em produtividade, melhoria na maturação, no formato, na firmeza da polpa, na cor, no tamanho e na uniformidade das bagas, havendo, também, efeito na concentração de açúcares e acidez dos frutos (FREGONI, 1980).

As alterações fisiológicas em função de desequilíbrios nutricionais tornam-se mais evidentes nas folhas. Neste sentido, os diagnósticos nutricionais das plantas são feitos utilizando-se a folha, através da análise foliar. Essa análise quando aliada aos resultados da análise de solo, torna-se muito útil para recomendação de adubação mais racional e equilibrada para os vinhedos e, portanto, mais econômica (TECCHIO et al., 2006).

A nutrição dos vinhedos é um importante componente do custo de produção da cultura da videira e exerce grande influência na produtividade e na qualidade da uva e dos vinhos que dela se originam (GIOVANNINI, 2008).

2.4 Qualidade da uva

A uva é classificada como uma fruta não climatérica, com baixa taxa respiratória, não evoluindo em maturação após a colheita, em razão disso deve ser colhida quando atingir o ponto de maturação tecnológico, pois esse exerce grande influência sobre o sabor do produto final (NEIRA, 2005; MANICA & POMMER, 2006). Na fase final da maturação, ocorre o aprimoramento das características sensoriais da fruta, como sabor e aroma específico, em função do aumento de açúcares e a redução na acidez da fruta (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Os teores de açúcares e de ácidos não se alteram após a colheita, sendo fundamental que a colheita seja realizada no ponto ideal de maturação, pois as uvas cessam também este processo depois de colhidas (COOMBE, 1992; GUERRA, 2003). O conteúdo de açúcares no mosto da uva representa cerca de 90-95% do total de sólidos solúveis (ZOECKLEIN et al., 2001). Nesse sentido, a doçura das frutas pode ser mensurada através da quantificação do conteúdo de sólidos solúveis totais por refratometria (°Brix), pois as frutas são constituídas em sua maior parte por açúcares, principalmente glicose, frutose e sacarose (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

No início da maturação, o teor de sólidos solúveis nas bagas é baixo, porque o açúcar sintetizado pela videira é destinado a outras partes da planta. Entretanto, com a evolução da maturação, ocorrem mudanças nas vias de acúmulo de açúcar que se direcionam para as bagas, o que leva ao acúmulo de açúcar, atingindo valor máximo próximo à colheita (BLOUIN & GUIMBERTEAU, 2004).

A acidez é usualmente determinada por titulometria, e através desse método todos os grupamentos de ácidos orgânicos livres são quantificados. Com o amadurecimento, a acidez tende a diminuir na maioria das frutas devido à utilização desses ácidos orgânicos no ciclo de Krebs ou, sua transformação em açúcares durante o processo respiratório (LUCENA, 2006).

No início da maturação, as bagas apresentam elevado teor de acidez devido ao fato de que os principais ácidos das videiras (tartárico e málico) serem sintetizados pelas folhas e pelas bagas ainda verdes. No entanto, com a evolução da maturação, a demanda por energia aumenta e, para suprir essa necessidade, muitas vezes os ácidos são utilizados como fonte de energia na respiração celular (BLOUIN & GUIMBERTEAU, 2004).

A relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que as medidas isoladas dos teores de açúcares ou de acidez, demonstrando o equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A uva é, portanto, uma fruta amplamente apreciada pelos consumidores, devido seu sabor e aroma, sendo largamente consumido tanto na forma *in natura* quanto processada, seja na forma de doces, sucos ou vinhos. No aspecto nutricional, as uvas estão entre as frutas que se destacam como fonte de compostos fenólicos, com importantes características biológicas, sendo destacadas suas propriedades antioxidantes (WANG et al., 1997; TEISSEDRE & LANDRAULT, 2000). Essas propriedades antioxidantes são atribuídas à presença dos polifenóis na casca e sementes da uva (GIEHL et al, 2007).

Cada vez mais os consumidores estão preocupados em consumir alimentos que não somente satisfaçam às suas necessidades nutricionais, como também têm optado por práticas alimentares mais sustentáveis e saudáveis que possam, entre outros benefícios, diminuir o risco de doenças (COSTA & ROSA, 2010). Neste sentido a demanda por alimentos com propriedades potencialmente funcionais que contribuam positivamente para a saúde do consumidor é cada vez maior. Assim, dentre os alimentos associados a essas propriedades estão as uvas e seus derivados, devido principalmente à presença dos compostos fenólicos (COSTA & ROSA, 2010).

Resultados de diversas pesquisas científicas mostram que o consumo de uva e de seus derivados contribui para a atividade antioxidante, atuando como anticarcinogênicos, anti-inflamatórios, antihepatotóxico, antivirais, antialérgicos, antitrombóticos e antineurodegenerativa. Tais estudos demonstram que as substâncias relacionadas a essas propriedades são principalmente os compostos fenólicos (PIMENTEL et al., 2005; DIAS, 2009).

As uvas estão entre as maiores fontes de compostos fenólicos quando comparadas a outras frutas e vegetais (MAXCHEIX et al., 1990). No entanto, a grande diversidade entre as cultivares resulta em uvas com diferentes características, tanto de sabor quanto de coloração, o que certamente está associado com o conteúdo e o perfil dos polifenólicos. Por ser a matéria-prima para a produção de vinhos e sucos, é importante conhecer os teores de compostos

fenólicos das uvas, pois estes podem influenciar a qualidade dos produtos finais (ABE et al., 2007).

Além disso, as antocianinas encontradas nas uvas possuem a função de proteger as plantas frente às radiações solares e sendo compostos naturais capazes de agir como potentes antioxidantes, o que contribui significativamente para a atividade antioxidante desta fruta (MEYERS et al., 2003; CAPOCASA et al., 2008). As antocianinas são amplamente distribuídas na natureza e são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho, presentes em flores e frutos. Em uvas tintas, as antocianinas constituem a maior porcentagem de compostos fenólicos, representando um constituinte importante para a produção de vinhos tintos porque contribuem para os atributos sensoriais e, principalmente, para a coloração do vinho (MUÑOZ-ESPADA, 2004).

2.5 Qualidade do solo

Na literatura são encontradas diversas definições para qualidade do solo (QS). Apesar de ser um tema muito importante, estudos sobre a QS são relativamente recentes e seu conceito começou a ser elaborado na década de 90 nos Estados Unidos e desde então, diversas percepções e definições sobre a QS surgiram.

O conceito mais simplificado para o termo foi formulado por Larson & Pierce (1991), como sendo “apto para o uso”. Doran & Parkin (1994) e Doran, (1997) propuseram uma definição mais ampla: “capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens”. Esta definição tem sido a mais citada e conhecida mundialmente.

Em outras palavras é a capacidade do solo em exercer suas principais funções: funcionar como meio para o crescimento das plantas; regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente; estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera; e servir como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente (LARSON & PIERCE, 1994; KARLEN et al., 1997).

Segundo Doran et al. (1996) a QS é a contínua capacidade do solo para atuar como um importante sistema vivo, em diferentes ecossistemas, sustentando a

produtividade biológica, mantendo a qualidade da água e do ar e promovendo a saúde da planta, do animal e do homem.

A manutenção da QS, ou mesmo a sua melhoria, é fundamental para a sustentabilidade de agroecossistemas, visando à produção agrícola e a preservação ambiental (DORAN & JONES, 1996). O manejo adequado dos solos agrícolas é o principal fator a ser considerado quando se almeja a produção agrícola sustentável, uma vez que as práticas de preparo e os sistemas de cultivos interferem de modo significativo nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (LISBOA et al., 2012) as quais compõem o tripé sobre o qual se assenta a QS (DORAN & JONES, 1996). Variáveis de ordem química, física e biológica têm sido propostas para detectar alterações em função do manejo ao longo do tempo (LARSON & PIERCE, 1994).

De acordo com Dumanski & Pieiri (2000), a base científica que respalda a busca por indicadores de QS é a compreensão de que esses indicadores estão direcionados para a avaliação e/ou monitoramento das condições do solo que o tornam um corpo vivo. Assim, significa considerar que todos os seus processos e componentes estão funcionalmente bem integrados. Indicadores da QS são propriedades mensuráveis (quantitativas e/ou qualitativas) do solo ou da planta acerca de um processo ou atividade e que permitem caracterizar, avaliar e acompanhar as alterações ocorridas num dado ecossistema (KARLEN et al., 1997). Indicadores são propriedades físicas, químicas, biológicas e microbiológicas do solo que medem ou refletem o *status* ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema. Estes devem ser fáceis de mensurar, possíveis de monitorar e prover uma informação disponível e confiável,ser claros e simples, acessíveis para muitos usos e aplicáveis em condições de campo.

A qualidade física de solos é um importante elemento de sustentabilidade, sendo uma área de estudo em contínua expansão (LAL, 2000; REYNOLDS et al., 2002), já que as propriedades físicas do solo e seus processos estão envolvidos no suporte ao crescimento radicular; armazenagem e suprimento de água e nutrientes, trocas gasosas e atividade biológica (ARSHAD; MARTIM, 2002).

Trabalhos realizados anteriormente sugerem o uso de indicadores físicos tais como: densidade do solo, porosidade do solo (macro, microporosidade) (CARASSAI et al., 2011) e estabilidade de agregados (SOUZA et al., 2010; LOSS et al., 2011), os quais estão relacionados ao arranjamento das partículas e, consequentemente,

refletem limitações ao crescimento radicular, à emergência das plântulas, à infiltração e movimento da água e do ar no solo e à disponibilidade de água às plantas. Os indicadores químicos como pH, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, alguns macronutrientes (Ca, Mg, K, N, P), micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B) têm sido sugeridos, pois afetam as relações solo-planta, a qualidade da água, o poder tampão, a disponibilidade de nutrientes e de água para as plantas e organismos (CRUZ et al., 2012). E, por fim, os indicadores biológicos e microbiológicos como a fauna edáfica, o carbono microbiano e a respiração basal são apontados como bons indicadores por serem sensíveis às influências das práticas de manejo (ALMEIDA, 2012).

2.5.1 Qualidade do solo para a produção de videiras

As videiras podem ser cultivadas em uma enorme gama de tipos de solos. O efeito do solo sobre o comportamento da videira e a composição da uva é complexo, pois a profundidade, a nutrição mineral, a granulometria, o armazenamento e fornecimento de água, bem como, o enraizamento e a temperatura na zona da raiz são fatores que influenciam na produção das uvas (VAN LEEUWEN; SEGUIN, 2006).

Estudos realizados por Falcade & Mandelli (1999), observaram que na região produtora de uva da Encosta Superior do Nordeste do RS, existe uma grande diversidade de solos, entre eles, Neossolos, Argissolos, Cambissolos sendo utilizados satisfatoriamente para a viticultura.

A maioria dos cultivos é feito em solos que apresentam boa fertilidade natural, porém o fósforo (P) e o boro (B) são os elementos mais limitantes. A prática de adubação do solo é comum entre os produtores, no entanto, na grande maioria dos casos, é realizada sem o uso de uma recomendação técnica adequada. Muitos realizam a adubação de forma empírica, ou de acordo com a recomendação feita por empresas que revendem os fertilizantes, cujos critérios utilizados, na maioria das vezes, são de cunho comercial e não técnico (MELO, 2014).

Tecchio et al. (2006) realizaram um levantamento de aspectos agronômicos e do estado nutricional de vinhedos na região de Jundiaí, onde os autores verificaram que, embora os agricultores realizem a prática de adubação, esta é feita pela maioria deles de forma inadequada, baseando-se em informações empíricas, sem levar em consideração os resultados da análise do solo. Estes autores também

observaram o desequilíbrio nutricional entre os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), afetando de maneira significativa a produtividade da videira. Da mesma forma Tonietto (1994), em Bento Gonçalves-RS e Sharma et al. (2003), na Índia, observaram desequilíbrios nutricionais decorrentes do excesso de adubação do solo em vinhedos.

Em virtude desta adubação sem recomendação técnica, tem-se observado um aumento na concentração de nutrientes nos solos, principalmente P e K, tendo como consequência o desequilíbrio nutricional nas plantas. Para minimizar estes efeitos, o ideal é realizar uma análise de solo e seguir as orientações de um profissional técnico. Segundo Grant (2010), a análise do solo, visando predizer a disponibilidade de nutrientes, é o primeiro passo para a determinação da dose adequada de fertilizantes, o que minimiza as perdas e a contaminação ambiental.

O uso de plantas de cobertura tem-se tornado uma prática comum de manejo em parreirais, devido aos seus inúmeros benefícios como: proteção do solo contra a erosão, regulação do crescimento da videira, melhoria da fertilidade do solo, na estrutura e na capacidade de retenção de água, aumento da diversidade biológica do solo, supressão de plantas daninhas e habitat para predadores benéficos (COLUGNATI et al., 2004; MONTEIRO et al., 2008; FOURIE, 2010).

A semeadura de espécies de inverno, como a aveia preta (*Avena strigosa*), o azevém (*Lolium multiflorum*) e/ou o cultivo de espécies espontâneas é uma forma de proteger o solo. Estudos realizados por Oliveira et al. 2004 e Ovale et al. 2007 demonstram que a utilização da cobertura do solo nos vinhedos minimiza a erosão, melhora as características químicas, promove o aumento da estabilidade dos agregados, incrementa a atividade biológica, além de controlar plantas invasoras e servir como refúgio aos inimigos naturais.

Faria et al. (2004) estudando o efeito da *Crotalaria juncea* (crotalária juncea) e do *Canavalia ensiformis* (feijão-de-porco), em plantio de videira em solo do Vale do Submédio São Francisco, região Nordeste do Brasil, não observaram efeito consistente da adubação verde sobre a produtividade e qualidade de uva. Porém, as plantas de cobertura promoveram melhorias nas características químicas do solo, aumentando os teores de matéria orgânica, do Cálcio e o valor da capacidade de troca de cátions (CTC), na camada superficial do solo.

Na região do Vale dos Vinhedos, tradicional produtora de vinhos da Serra Gaúcha, Flores et al. (2013) observaram que o levantamento detalhado do solo,

como por exemplo de indicadores físicos e químicos, mostrou que cerca de 35% dos vinhedos estão localizados em solos que não são os mais indicados para a geração dos vinhos de alta qualidade, sugerindo que o melhor seria se as uvas pudessem ser colhidas separadas das outras que se encontrassem em melhores solos. Sendo assim, pesquisas sobre solos estão se tornando cada vez mais importantes para a viticultura. Porém, surge a necessidade de pesquisas que envolvam não só a química e fertilidade do solo, como a maioria dos trabalhos aprecia, mas também, considerando a parte física e biológia do solo, uma vez que vários fatores que influenciam a qualidade da uva, do suco e do vinho estão relacionados com as variáveis do solo.

Levantamentos de solos permitem identificar e delimitar as classes de uma área de acordo com seus atributos físicos, químicos e biológicos. De acordo com Flores et al. (2013), esses atributos são fundamentais na relação solo-planta refletindo, por exemplo, no abastecimento de água e fertilidade os quais exercem uma forte influência na qualidade final do produto.

De acordo com Tonietto (2001) e Van Leeuwen et al. (2004), para a obtenção de uvas de qualidade, com elevado potencial enológico, é essencial que se conheça as características de solo da região, possibilitando a obtenção de vinhos de qualidade. Dentre as características edáficas, a textura, a densidade do solo e a compactação influenciam diretamente na produtividade das videiras e, consequentemente, na qualidade das uvas, sucos e dos vinhos. Terra (2003) considera, de maneira geral, que o melhor desenvolvimento da videira acontece em solos profundos e com boa drenagem, uma vez que solos compactados e com baixa capacidade de drenagem são limitantes para o desenvolvimento do sistema radicular da videira, comprometendo a absorção de nutrientes.

O manejo do solo pode alterar a estrutura, a densidade e o volume dos poros e com isso, ocorre a compactação do solo diminuindo o espaço poroso, principalmente os macroporos. Segundo Lanyon et al. (2004), as consequências dos valores críticos de densidade do solo no desempenho da videira são devido a efeitos diretos, os quais atuam na capacidade de crescimento e na distribuição do sistema radicular para extração de água e de nutrientes do solo.

É importante também salientar que, até o momento, são ainda restritos os trabalhos acercado efeito do solo nos compostos funcionais da uva. Nesse contexto, despontam, na literatura, dois artigos: um que estudou as relações hídricas e a

videira Cabernet Sauvignon cultivada em três classes taxonômicas de solo (CHAVARRIA et al., 2011a) e outro, que abordou o efeito, também de classes taxonômicas, em 40 variáveis do vinho Merlot (MIELE et al., 2014). Outra pesquisa realizada por estes mesmos autores avaliou o efeito de cinco tipos de solos nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do vinho onde evidenciaram que o tipo de solo tem efeito sobre a composição fenólica do vinho Merlot e, consequentemente, sobre sua qualidade, como nas características sensoriais e tipicidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Processo de seleção dos vinhedos

Adotou-se, nesta pesquisa, a denominação de vinhedos para se referir as áreas constituídas pelos pomares estudados.

A seleção dos vinhedos foi feita de forma que contemplasse características significativas da região, como paisagem, relevo e similaridade de solo. Além disso, outros critérios foram considerados para a referida seleção: disponibilidade das famílias em participar da pesquisa, ter a produção de uva como principal atividade geradora de renda, facilidade de acesso à propriedade, ter um registro do histórico do sistema de manejo dos pomares e todos produzirem a cultivar Bordô.

Assim, quatro vinhedos foram selecionados, localizados na região da colônia Maciel, 8º distrito de Pelotas-RS.

Na Tabela 1 estão apresentados informações sobre as práticas de manejos utilizadas e as características gerais dos quatro vinhedos estudados.

Tabela 1- Ano de implantação dos vinhedos e práticas de manejo utilizadas pelos agricultores.

	Vinhedo 1	**Vinhedo 2**	**Vinhedo 3**	**Vinhedo 4**
Ano de implantação	2006	2007	2008	2005
Preparo do solo	Subsolagem, aração e gradagem	Aração	Aração	Aração e gradagem
Correção do solo	Calcário, fosfato, potássio e boro	Calcário	Calcário	Calcário
Ano de aplicação de calcário	Na implantação	Aplicação em 2013	Aplicação em 2011	Na implantação
Manejo fitossanitário	Calda Bordalesa, Score®, Mancozeb, Cabrio® Top	Calda bordalesa, Score®, Mancozeb, Cabrio® Top	Calda bordalesa	Calda bordalesa, Score®, Curzate®, Cabrio® Top
Adubação	NPK (15-08-10) + micronutrientes	NPK(13-13-13)	Cama de aviário	NPK (12-00-12)
Plantas de cobertura	Ervilhaca, azevém e plantas espontâneas	Ervilhaca, azevém e plantas espontâneas	Ervilhaca, azevém, aveia e plantas espontâneas	Azevém, aveia e plantas espontâneas

3.2 Caracterização do local de estudo

3.2.1 Clima

O clima da região de Pelotas, conforme a classificação de Köppen é do tipo Cfa: subtropical úmido, com temperaturas do mês mais frio entre 3 e 18ºC. Precipitação uniforme e bem distribuída ao longo do ano com média anual de 1400mm (MOTA et al., 1986).

Na figura 1A e 1B estão apresentados os dados diários de temperatura média, máxima e mínima registrados nos meses de maio de 2014 e fevereiro de 2015, os quais foram os meses de coletas do solo e coletas da uva respectivamente.

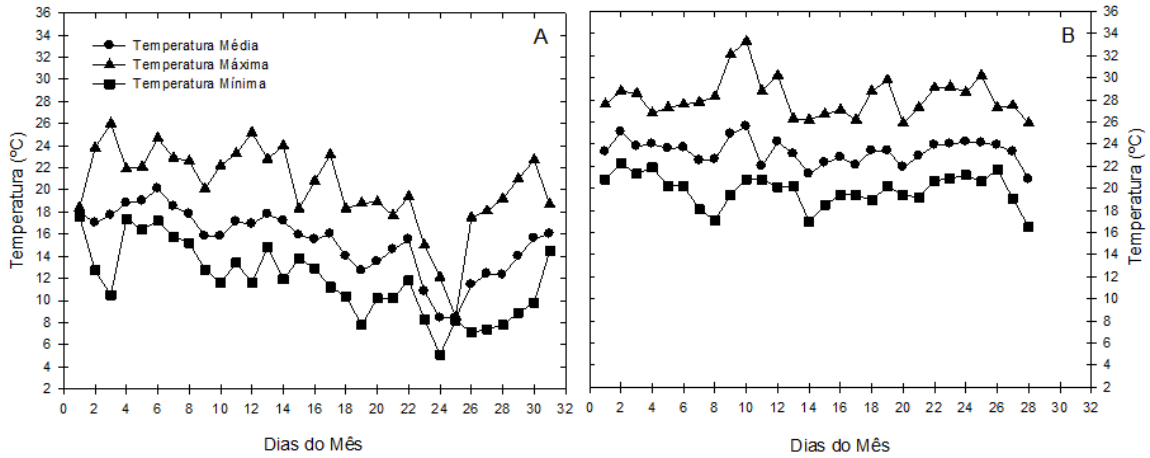

Figura 1- Dados diários de Temperatura média, máxima e mínima dos meses de maio de 2014 (A) e fevereiro de 2015 (B).

Na figura 2A e 2B estão apresentados os dados diários de chuva e umidade relativa do ar registrados nos meses de maio de 2014 e fevereiro de 2015, o qual foram os meses de coletas de solos e coletas das uva respectivamente.

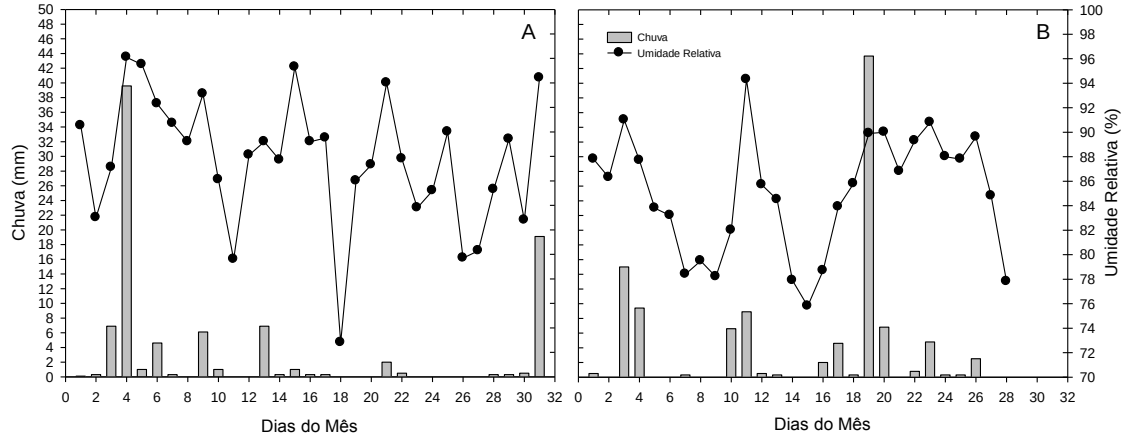

Figura 2- Dados diários de chuva e umidade relativa do ar dos meses de maio de 2014 (A) e fevereiro de 2015 (B).

3.2.2 Solos

As áreas onde se localizam os vinhedos estudados situam-se na região fisiográfica chamada de Escudo Sul-rio-grandense. Nesta região há predominância da associação de Neossolos e Argissolos. Os Neossolos são solos rasos ou profundos, podendo apresentar horizonte B desde que tenha qualquer insuficiência de requisitos para qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Portanto, são solos de formação muito recente, ou seja, pouco evoluídos, apresentando algumas restrições agrícolas devido, principalmente, a sua ocorrência em regiões de relevo forte

ondulado ou montanhoso. Já os Argissolos são solos geralmente profundos a muito profundos, variando de bem drenados a imperfeitamente drenados. Este tipo de solo apresenta tipicamente um perfil com gradiente textural, onde o horizonte B é significativamente mais argiloso do que os horizontes A e E. Sua ocorrência é geralmente em regiões de relevo suave ondulado a forte ondulado e pode apresentar uma limitação química devido a sua baixa fertilidade natural (STRECK, et al., 2008). A concordância da ocorrência dessas classes de solos foi verificada *in loco* (Figura 3), durante visitas às propriedades, considerando também o estudo realizado pela Embrapa Clima Temperado, descrito no relatório técnico intitulado: “Estudo do solo do município de Pelotas” (CUNHA & SILVEIRA, 1996) o qual foi adaptado com a nova classificação publicada em Embrapa (2013). Para o auxílio na identificação dos solos, verificou-se, em cada área de estudo, a cor, como sendo uma das propriedades morfológicas fundamentais nesse processo. As cores dominantes encontradas foram bruno escuro, bruno amarelado escuro, bruno avermelhado escuro. O relevo regional varia de suave ondulado a forte ondulado (IBGE, 2006).

Figura 3- Perfis dos solos nas quatro propriedades agrícolas familiares em estudo.

3.3 Coleta e análise dos solos

3.3.1 Escolha dos indicadores

A escolha dos indicadores avaliados foi definida a partir de uma revisão bibliográfica, onde trabalhos anteriormente realizados sugerem o uso de indicadores físicos tais como: densidade do solo, porosidade do solo (macro e microporosidade) (Embrapa, 2011), estabilidade de agregados (Palmeira et al., 1999), granulometria (Bouyoucos,1927). Indicadores químicos do solo, como pH, matéria orgânica, capacidade de troca de cátions, alguns macronutrientes (Ca, Mg, K, P), micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B) (Tedesco et al., 2012). Indicadores biológicos como mesofauna edáfica (Bachelier,1978), macrofauna (USDA, 2001), carbono microbiano (Mendonça & Matos, 2005) e respiração basal do solo (Jenkinson & Poulson, 1976) são apontados como bons indicadores da qualidade do solo por serem diretamente relacionados e refletirem as influências das ações do manejo. Indicadores químicos da folha (Ca, Mg, K, N, P), micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B) (Tedesco et al., 2012). Em relação aos indicadores avaliados na análises físico-químicas da uva, optou-se por se avaliar o pH, acidez titulável (Instituto Adolfo Lutz, 1985), sólidos solúveis totais e *ratio* (Brasil, 1986) antocianinas totais (Less e Francis, 1972), fenóis totais (Singliton, 1965) e atividade antioxidante (Brand-willians et al., 1972). Sendo estes reconhecidos cientificamente, sensíveis ao manejo, aplicáveis em condições de campo e boa relação custo-benefício para determinação em laboratório.

3.3.2 Coleta e preparo das amostras

As coletas de amostras de solo foram realizadas durante o mês de maio de 2014, na linha de cultivo da videira. Foram estabelecidos três pontos em cada vinhedo, sendo cada um composto por três repetições. Em cada ponto, foram coletadas amostras indeformadas e deformadas de solo nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m.

3.3.2.1 Determinações físicas do solo

As amostras indeformadas do solo foram coletadas com o auxílio de anéis volumétricos de 0,035m por 0,043m para a determinação da densidade do solo (Ds),

macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi) e porosidade total (Pt), conforme método descrito em Embrapa (2011).

Já as amostras deformadas de solo foram coletadas com auxílio de pá de corte, acondicionadas em sacos plásticos. Posteriormente, as mesmas foram espalhadas em bandejas e secas à sombra até atingirem a umidade correspondente ao ponto de friabilidade, sendo destorroadas manualmente de forma suave para não provocar compactação ou ruptura dos agregados.

Parte destas amostras deformadas foi passada em peneira de malha 9,52mm para a determinação do diâmetro médio ponderado (DMP) conforme o método citado por Palmeira et al. (1999), seguindo o método descrito por Kemper & Rosenau (1986), que utiliza o aparelho de oscilação vertical de Yoder (1936). Para a realização da granulometria, outra parte das amostras deformadas foi passada em peneira de malha de 2,00mm. Esta análise foi realizada de acordo com o método descrito por Bouyoucos (1927). As análises físicas do solo foram realizadas no laboratório de Física do Solo da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Pelotas-RS.

3.3.2.2 Determinações químicas do solo

As amostras de solos para a determinação química foram coletadas com auxílio de pá de corte, acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, onde os indicadores químicos avaliados foram: potencial hidrogeniônico (pH), matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions (CTC), macronutrientes: cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P), sódio (Na) e alumínio (Al) e micronutrientes: ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu) e boro (B). Todas essas análises foram realizadas, seguindo a metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

3.3.2.3 Determinações biológicas do solo

A análise biológica consistiu em coletas de solo para quantificar a mesofauna edáfica (ácaros e colêmbolos) e macrofauna (minhocas), sendo realizadas durante o mês de maio de 2014.

A mesofauna edáfica foi coletada com o auxílio de um cilindro de volume conhecido (aproximadamente 358cm^3). Posteriormente à coleta, as amostras foram

encaminhadas ao Laboratório de Biologia do Solo da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel-UFPel, onde se adotou o método do Funil de Tüllgren proposto por Bachelier (1978).

Para a coleta de minhocas, foram amostrados monólitos de solo (0,20mx20m) também nas duas profundidades estudadas. Cada volume de solo analisado foi colocado em uma bandeja de plástico, onde foram realizadas as contagens diretas dos indivíduos no campo. Os dados de número de indivíduos foram transformados de 0,04m² (0,20m x0,20m), para 1m². O procedimento de coleta e a determinação do número de indivíduos deste organismo, por metro quadrado, seguiram o método descrito em USDA (2001).

3.3.2.4 Determinações Microbiológicas do solo

Posteriormente à coleta deformada de solo, as amostras foram mantidas em câmara fria à 4°C até o momento da realização das análises de respiração basal e carbono da biomassa microbiana. A respiração basal do solo (RBS) foi determinada de acordo com o método descrito por Jenkinson & Powlson (1976), e foi calculada segundo Hungria et al. (2009). O carbono da Biomassa microbiana do solo (CBM) foi obtido pelo método da irradiação-extração conforme método descrito em Mendonça & Matos (2005). Estas determinações microbiológicas foram realizadas nas dependências da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

3.4 Coleta e análises foliares

A coleta das folhas e as análises dos indicadores foram baseados nos procedimentos de rotina adotados no Laboratório de Nutrição Vegetal da Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS.

Foram determinados os seguintes indicadores químicos da folha: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), seguindo métodos descritos em Tedesco et al. (1995).

3.5 Coleta e análises das uvas

A coleta das uvas foi realizada no mês fevereiro de 2015, quando a fruta atingiu o ponto de maturação. Foram coletadas amostras nos mesmos três pontos de cada vinhedo, onde já haviam sido realizadas as coletas dos solos e das folhas.

As análises fitoquímicas das uvas foram realizadas no Laboratório de Metabolismo Secundário do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da UFPel, Pelotas-RS.

3.5.1 Análises físico-químicas

3.5.1.1 pH

O pH foi determinado pelo método potenciométrico conforme método descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). As uvas foram homogeneizadas, manualmente esmagadas até extrair o suco (mosto) e posteriormente, mediu-se o pH da solução com o auxílio de um pHmetro digital de bancada da marca HANNA-Modelo HI 2221, previamente calibrado com soluções tampão pH=7,01 e pH=4,01.

3.5.1.2 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados de acordo com o método oficial do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1986).

3.5.1.3 Acidez titulável

O método comumente usado para medir a acidez de frutos é a acidez titulável (AT), que indica a porcentagem do ácido orgânico predominante. Para determinação da AT foram utilizados 10mL de amostra (uva macerada) e 30mL de água destilada. A AT foi determinada por meio de titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N até atingir pH 8,1, sendo este valor verificado em pHmetro (HANNA-Modelo HI 2221).

Os resultados da AT foram expressos em miligramas (mg) de ácido tartárico por 100g de amostra em base úmida (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

3.5.1.4 Relação SST/AT (*Ratio*)

A relação SST/AT, denominada de *ratio*, consiste na divisão do valor do °Brix pelo valor da AT. Esta relação é utilizada como medida para verificar se a matéria-

prima está com grau de maturação tal que resulte num produto com qualidade e aceitação organoléptica. Esta relação é obtida de acordo com o método oficial do Ministério da Agricultura e do Abastecimento Brasil (1986).

3.5.1.5 Antocianinas totais

O método utilizado para a determinação das Antocianinas totais de uva foi adaptado de Lees & Francis (1972). Para tal, usou-se 2g de amostra triturada em triplicata. As amostras foram colocadas em tubos do tipo falcon com 30mL de álcool etílico acidificado, com pH ajustado à 1,0, utilizando ácido clorídrico (HCl). Durante o período de uma hora, as amostras foram homogeneizadas e agitadas com vórtex a cada 15 minutos. Após este período,as amostras foram centrifugadas por 20 minutos a 5000rpm, e o sobrenadante foi transferido para outro tubo.

A leitura do sobrenadante foi feita em espectrofotômetro a 520nm de absorbância. O espectrofotômetro foi zerado com o próprio álcool etílico com pH 1,0. Foi usado o valor de ε (absorbância molar), encontrado por Lees & Francis (1972), para o extrato de "cranberry" igual a 98,2. Este valor corresponde a uma mistura de antocianinas purificadas obtidas do suco do “cranberry”.

3.5.1.6 Fenóis totais

- Extração: Para a extração foram utilizados aproximadamente 2g de amostra triturada, onde foram adicionados 20mL de metanol. Essa extração ocorreu durante 1 hora, homogeneizando em vórtex a cada 15 minutos. Após este período, os tubos foram centrifugados a 5000rpm, por 20 minutos e o sobrenadante foi transferido para outro tubo. Este procedimento foi realizado de acordo com o método adaptado de Singliton (1965).

- Quantificação: A quantificação de fenóis totais (FT) foi determinada segundo método descrito por Swain & Hillis (1959), com pequenas adaptações. Alíquotas de 250µl do extrato foram diluídas em 4mL de água ultrapura e logo após foi adicionado 250µL de Folin-Ciocalteu (0,25N). As amostras foram agitadas e permitiu-se a reação por 3 minutos. Após este período, foi adicionado 500µL de carbonato de sódio (1N). A reação ocorreu durante duas horas, agitando em vórtex a cada 30 minutos. Como prova em branco utilizou-se 250µl de metanol.

Os FT foram determinados por meio de absorbância em espectrofotômetro à 725nm.

3.5.1.7 Atividade antioxidante

Para a quantificação da atividade antioxidante, foi utilizado o mesmo extrato obtido para a determinação dos FT. O método utilizado nesta determinação foi adaptado de Brand-Willians et al. (1995).

Utilizou-se uma alíquota de 100µl do extrato, acrescentado de 3,9mL da solução de 1,1-Diphenyl-2-Picryl-Hydrazyl (DPPH). As amostras foram homogeneizadas em vórtex e posteriormente ficaram em repouso durante 24 horas. Decorrido este período, a atividade antioxidante foi determinada em espectrofotômetro à 517nm. Nesta análise, utilizou-se como prova em branco 100 µl de metanol + 3,9ml de solução de DPPH.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Qualidade do Solo

4.1.1 Indicadores físicos

Os valores médios dos indicadores físicos avaliados nos diferentes vinhedos, nas duas camadas analisadas, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Valores médios de microporosidade (Mi), macroporosidade (Ma), porosidade total (Pt), densidade do solo (Ds) e diâmetro médio ponderado (DMP) com respectivos desvios padrões, nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, em quatro vinhedos agrícolas familiares.

Vinhedo	1	2	3	4	Média
0,00-0,20m					
Microporosidade	19,38	33,16	15,73	27,78	24,01
Desvio padrão	2,55	6,82	2,32	5,05	7,91
Macroporosidade	24,43	19,22	27,98	10,87	20,62
Desvio padrão	4,79	6,02	2,75	3,81	7,43
Porosidade Total	43,81	52,38	43,71	38,65	44,64
Desvio padrão	4,16	2,71	3,64	3,15	5,70
Densidade de solo	1,44	1,25	1,40	1,61	1,42
Desvio padrão	0,12	0,10	0,05	0,08	0,15
Diâmetro Médio Ponderado	2,19	2,71	1,95	1,79	2,13
Desvio padrão	0,35	0,28	0,43	0,20	0,40
0,20-0,40m					
Microporosidade	20,25	27,44	17,22	28,55	23,36
Desvio padrão	255	3,19	4,82	2,51	5,51
Macroporosidade	20,94	17,18	19,98	8,73	16,71
Desvio padrão	3,62	3,96	5,67	2,42	5,55
Porosidade Total	41,19	44,63	37,20	37,28	40,07
Desvio padrão	2,16	4,63	2,03	1,14	3,56
Densidade de solo	1,56	1,41	1,60	1,56	1,53
Desvio padrão	0,08	0,10	0,03	0,05	0,08
Diâmetro Médio Ponderado	1,52	1,73	2,00	1,69	1,73
Desvio padrão	0,16	0,48	0,51	0,33	0,20

Quando se avaliaram as principais variáveis físicas dos solos dos quatro vinhedos, nas camadas de 0,00-0,20m e de 0,20-0,40m, verificou-se que, em todos os casos, os valores médios de macroporosidade (Ma) e microporosidade (Mi) estão abaixo daqueles que são considerados como ideais na literatura (PREVEDELLO, 1996), ou seja, 2/3 de microporos e 1/3 de macroporos. Nos solos dos quatro

vinhedos, o percentual médio de Mi variou de 15,73 a 33,16%, e Ma de 8,73 a 27,78%.

Os menores valores de Mi foram encontrados no solo do vinhedo 3. Esses valores estão abaixo dos considerados ideais para esse indicador, o que pode comprometer o armazenamento de água no solo. Em contrapartida, esse mesmo vinhedo apresentou os maiores valores de Ma na camada superficial, resultado esse que pode estar associado ao efeito da cobertura vegetal existente nessa propriedade, que é basicamente composta por gramíneas.

O tipo de sistema radicular ramificado, denso e contínuo da gramínea atua efetivamente na melhoria da estrutura do solo, devido à ação biológica e física que atuam diretamente na agregação das partículas, favorecendo desta forma uma maior Ma e, consequentemente, menor Mi (OADES, 1993; KONDO et al., 2012). Além disso, a classe textural e a macrofauna também podem contribuir para maiores valores de Ma. Nesse estudo, a classe textural dos solos nos vinhedos, especialmente na camada superficial, foi classificada como franco-arenosa (Tabela 3), tendo mais areia em sua composição, o que favorece maiores valores de Ma, além de ter o maior número de minhocas (Tabela 6). De acordo com Curry (1998), maiores valores de Ma podem estar atribuídos a atividade de minhocas.

Já os menores valores de Ma, nas duas camadas avaliadas, foram encontrados no solo do vinhedo 4, sendo esses muito próximos a 10%, indicando possível limitação ao desenvolvimento das plantas e, consequentemente, movimento do ar e da água no solo. Segundo Taylor & Ashcroft (1972) e Ferreira (2010), para garantir a difusão do ar e da água no solo e, por conseguinte, uma aeração adequada ao desenvolvimento das plantas, o volume de Ma não deve ser inferior a 10% do volume total do solo.

Os valores de densidade do solo (Ds) variaram de 1,25 a 1,61gcm^{-3} e 1,41 a 1,60gcm^{-3} nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, respectivamente. Os menores valores foram constatados no solo do vinhedo 2. Este resultado pode estar associado ao maior teor de matéria orgânica (MO) encontrado neste vinhedo, nas duas camadas avaliadas (Tabela 4), conforme características químicas do solo que serão apresentadas e discutidas posteriormente. De modo geral, a Ds é um atributo muito variável e depende de outras propriedades físicas, como a estrutura e compactação. Normalmente, a Ds tende a aumentar com a profundidade, sendo influenciada por multifatores como teor reduzido de MO, menor agregação, maior

compactação, diminuição da porosidade do solo, entre outros (ARAÚJO et al., 2007).

Não existe um consenso sobre o nível crítico da Ds, isto é, não há uma definição do limite de valor acima do qual o solo é considerado compactado (GOEDERT et al., 2005). Mesmo assim, de acordo com Arshad et al. (1996), para solos com textura franco-argilo-arenosa, valores acima de 1,75gcm^{-3} correspondem à densidade crítica, que impõe restrições severas ao crescimento das raízes. Já Reichert et al. (2003) propuseram valores de Ds críticos para os solos franco-arenosos de 1,70 a 1,80gcm^{-3}. Ainda, de acordo com estes autores, o valor de 1,40gcm^{-3} seria o ideal para as classes texturais dos solos aqui estudados. Baseado, portanto, nestas informações, todos os vinhedos avaliados, em ambas as camadas, não apresentaram valores de Ds superiores ao determinados pela literatura como críticos, considerando que os solos estudados, em sua maioria, apresentam classe textural franco-argilo-arenosa (Tabela 3).

Essa análise física é de suma importância, pois valores críticos de Ds podem trazer consequências negativas para a videira devido a efeitos diretos, como a diminuição da capacidade de crescimento e distribuição do sistema radicular para extração de água e de nutrientes da massa do solo (LANYON et al., 2004).

Tabela 3- Proporções relativas das frações granulométricas e respectiva classe textural dos solos nos quatro vinhedos.

Vinhedos	Areia	Silte	Argila	Classe textural
		0,00-0,20m		
1	67	14	19	franco-arenosa
2	57	22	21	franco-argilo-arenosa
3	70	12	18	franco-arenosa
4	60	15	25	franco-argilo-arenosa
		0,20-0,40m		
1	64	13	23	franco-argilo-arenosa
2	58	21	21	franco-argilo-arenosa
3	69	11	20	franco-arenosa
4	56	17	27	franco-argilo-arenosa

Com relação aos resultados obtidos para o DMP, verificou-se que estes variaram de 1,52 a 2,71mm. Como afirma Kiehl (1979), solos com DMP superior a 0,5mm são relativamente mais resistentes ao esboroamento e à dispersão, logo, pouco susceptíveis às alterações das suas características pedológicas quando submetidos a um manejo bem conduzido. Todos os solos dos vinhedos avaliados apresentaram valores superiores a 0,5mm, indicando, assim, adequada qualidade estrutural.

Na camada de 0,00-0,20m, os maiores valores de DMP foram observados no solo do vinhedo 2, resultado que pode estar associado ao maior teor de MO encontrado neste vinhedo (Tabela 4). Este fato pode ser oriundo da permanência de resíduos orgânicos na superfície do solo, o que vem ocorrendo no vinhedo 2. Resíduos orgânicos acumulados se decompõem pela ação de microorganismos, resultando na formação de compostos atuantes na cimentação e na estabilização dos agregados do solo (CENTURION et al., 2007; SALTON et al., 2008).

No entanto, para a camada de 0,20-0,40m, os maiores valores de DMP foram encontrados no solo do vinhedo 3. Este resultado pode estar relacionado à predominância de gramíneas perenes nesta área. Pesquisas realizadas por Silva & Mielniczuk (1997), Camargo Filho (1999) e Wohlenberg et al. (2004) demonstraram que as gramíneas, principalmente as perenes, contribuem nos processos de formação e estabilização de agregados do solo devido, fundamentalmente, à alta densidade de suas raízes,o qual promovem a aproximação de partículas através da constante absorção de água do solo. Da mesma forma, as constantes renovações do sistema radicular e a distribuição dos exsudados orgânicos em profundidades maiores, estimulam a atividade microbiana, e também atuam na estabilização dos agregados em camadas subsuperficiais.

Estes resultados satisfatórios de DMP contribuem, portanto, para uma boa estruturação do solo. Este fato se deve provavelmente ao sistema de manejo adotado pelos produtores, no qual se refere, especialmente, à manutenção da cobertura vegetal na superfície do solo. Giovannini et al. (2001) verificaram que a manutenção da cobertura vegetal no solo possui a capacidade de romper as camadas compactadas, além de melhorar a sua estrutura física, como a formação e estabilização de agregados, aumentando a porosidade e a aeração do solo.

4.1.2 Indicadores químicos

Os valores médios dos indicadores químicos avaliados nos diferentes vinhedos, nas camadas de 0,00-0,20m e de 0,20-0,40m, encontram-se apresentados na Tabela 4.

O pH do solo dos vinhedos estudados variou de 5,4 a 6,2, nas duas camadas avaliadas. Quando tendo por base os parâmetros citados pela SBCS (2004), os valores de pH na camada de 0,00-0,20m podem ser considerados altos no solo do vinhedo 1 e médios nos solos dos demais vinhedos. Entretanto, na camada de 0,20-

0,40m, os valores foram considerados médios nos solos dos vinhedos 1 e 3, baixo no solo do vinhedo 2 e alto no solo do vinhedo 4.

Segundo Vasconcellos (1987), para que haja um bom desenvolvimento das plantas, o pH da solução do solo deve estar em uma faixa adequada, sendo que, para a maioria das culturas varia entre 5,5 a 6,5. Segundo Malavolta et al. (1997), nessa faixa de pH do solo, a videira também apresenta melhores condições para o seu desenvolvimento. Sendo assim, constata-se que a maioria dos solos estudados estariam em torno do valor de pH 6,0 e a minoria com pH um pouco abaixo da faixa ideal para o desenvolvimento da videira.

O teor de MO no solo foi classificado como baixo na maioria dos vinhedos, nas duas camadas avaliadas, com exceção do solo do vinhedo 2, que na camada mais superficial foi classificado como teor médio. Apesar destes valores serem considerados baixos e médios, é importante frisar que, levando em consideração as características naturais dos solos componentes da região em estudo, estes valores podem ser considerados satisfatórios.

Os maiores teores de MO, tanto na camada de 0,00-0,20m quanto na camada de 0,20-0,40m, foram observados no solo do vinhedo 2. Observa-se que os teores de MO diminuíram com o aumento da profundidade, isso se deve ao acúmulo natural de resíduos vegetais na superfície do solo em áreas com cultivo de videira. Os resultados deste estudo corroboram com os encontrados por Corrêa et al. (2001), que também constataram valores menores de MO com o acréscimo da profundidade.

Tabela 4- Valores médios de pH, índice SMP, matéria orgânica (MO), capacidade de troca de cátions efetiva (CTC efet.), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), fósforo (P), potássio (K), saturação por bases e alumínio,e suas respectivas interpretações de acordo com Manual de adubação e calagem (SBCS, 2004), nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, em quatro vinhedos familiares.

Vinhedo	pH água	Índice SMP	MO	CTC_{efet}	Ca	Mg	Al	P	K	Saturação (%)	
			--------%--------		----------$cmol_c/dm^3$----------			----------mg/ dm^3--------		Bases	Al
					0,00-0,20m						
1	6,2A	6,6	2,5 B	4,9	3,1 M	1,6 A	0,0	7,5 B	90 A	68 A	0,0 MB
2	5,6 M	6,0	3,1 M	6,2	4,7 A	1,2 A	0,0	30,1 A	150 MA	58 B	0,0 MB
3	5,9 M	6,4	2,3 B	4,8	3,2 M	1,3 A	0,1	51,5 MA	82 A	63 B	1,8 B
4	5,8 M	6,2	2,1 B	3,7	2,5 M	1,0 M	0,0	25,1 A	93A	51 B	0,0 MB
Média	5,9 M	6,3	2,5 B	4,9	3,4 M	1,3 A	0,02	28,5 A	103,7A	60 B	0,45MB
					0,20-0,40m						
1	5,8 M	6,5	0,7 B	2,6	1,4 B	0,9 M	0,1	1,6 MB	57 A	50 B	3,4 B
2	5,4 B	5,9	1,5 B	4,0	2,6 M	0,8 M	0,3	55,9 B	96 A	43 MB	8,3 B
3	5,7 M	6,3	0,9 B	3,9	2,1 M	1,1 A	1,2	13,1 B	49 M	52 B	12,7 MB
4	6,1 A	6,5	1,3 B	3,7	2,2 M	1,3 A	0,0	3,8 MB	80 A	60 B	0,0 MB
Média	5,7 M	6,3	1,1 B	3,5	2,1 M	1,0 M	0,4	18,6 A	70,5 A	51,2 B	6,1 B

MB (Muito Baixo), B (Baixo), M (Médio), A (Alto), MA (Muito Alto)

Levando-se em consideração que a videira teria melhores condições de desenvolvimento na faixa de MO entre 3,0 a 5,0% (SBCS, 2004), especialmente relacionado à disponibilidade mais adequada de nitrogênio (N), observa-se, portanto, que somente o solo do vinhedo 2 atingiu valores dentro desta faixa. Nesta propriedade o produtor se preocupa em deixar o terreno com o máximo de cobertura vegetal para evitar perdas do solo, uma vez que a área é muito declivosa.

Teores mais elevados de MO no solo implicam maior capacidade de troca de cátions (CTC), maior disponibilidade de boro (B), menor fixação do fósforo (P) aplicado, aumento na complexação de metais, tendo como consequência uma redução na toxidez por alumínio (Al) trocável e na insolubilização de micronutrientes em pH mais elevado (TECCHIO et al., 2012).

A CTC efetiva se refere à quantidade de cátions trocáveis do solo em pH na condição natural. Nos quatro vinhedos estudados, na camada de 0,00-0,20m a CTC efetiva variou de 3,7 a 6,2 e na camada de 0,20-0,40m variou de 2,6 a 4,0. No solo do vinhedo 2, podemos observar que o maior teor de MO nas duas camadas estudadas, com relação às outras áreas, pode ter contribuído para o respectivo aumento da CTC efetiva. Segundo Theodoro et al. (2003), em virtude das inúmeras vantagens que a M.O confere aos solos, pode contribuir no aumento dos teores de cálcio (Ca) e potássio (K), promovendo, dessa forma, elevação da CTC efetiva.

Os teores de Ca no solo variaram entre médio (vinhedos 1, 3 e 4) e alto (vinhedo2) na camada de 0,00-0,20m e na camada de 0,20-0,40m teores de baixo (vinhedo 1) a médio (vinhedos 2, 3 e 4). O suprimento de Ca no solo é decorrente principalmente da calagem. Observa-se que o solo do vinhedo 2, obteve o maior teor de Ca nas duas camadas avaliadas.

O teor de P no solo variou entre baixo (vinhedo 1), alto (vinhedos 2 e 4), e muito alto (vinhedo 3), na camada superficial. Já para a camada subsuperficial variou de muito baixo (vinhedos 1 e 4), baixo (vinhedo 3) e muito alto (vinhedo 2). Para o teor de K no solo na camada superficial, este foi classificado como alto na maioria dos vinhedos, com exceção do solo do vinhedo 2 que foi classificado como muito alto. Já na camada mais subsuperficial o teor de K foi classificado como médio no solo do vinhedo 3 e nos demais o teor de K foi considerado como alto.

Na camada de 0,20-0,40m, os teores de Al são considerados prejudiciais, especialmente no solo do vinhedo 3, pois de acordo com um estudo realizado por

Malavolta (1980), considerou-se como prejudicial às plantas teores de Al trocável no solo valores superiores a 0,5cmol$_c$dm^{-3}.

Em relação à saturação por bases (V%), observou-se que a distribuição percentual nos vinhedos foi de 51 a 68% na camada de 0,00-0,20m, e de 43 a 60% na camada de 0,20-0,40m, sendo estes solos caracterizados como eutróficos. Solos eutróficos, são aqueles considerados com alta fertilidade por serem solos que conservam as bases (V% >50%) no seu perfil, inclusive nas camadas mais superficiais.

Os valores dos micronutrientes avaliados neste estudo estão apresentados na Tabela 5 e foram interpretados de acordo com a SBCS (2004).

Tabela 5- Valores médios de zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), boro (B) e ferro (Fe) e sua respectivas interpretações de acordo com o manual de adubação e calagem (SBCS, 2004), nas duas camadas avaliadas em quatro vinhedos familiares.

Vinhedo	Zn	Cu	Mn	B	Fe
	----------mg.dm^{-3}----------				g.dm^{-3}
			0,00-0,20m		
1	6,0 A	2,2 A	1,0 B	0,3 M	1,6
2	4,0 A	0,5 A	3,0 B	0,4 A	1,9
3	3,0 A	0,9 A	2,0 B	0,3 M	1,0
4	6,0 A	5,4 A	2,0 B	0,6 A	1,2
Média	4,7 A	2,2 A	2,0 B	0,4 A	1,4
			0,20-0,40m		
1	2,0 A	1,6 A	1,3 B	0,3 M	1,4
2	2,6 A	0,5 A	2,6 M	0,4 A	1,6
3	1,6 A	0,8 A	1,2 B	0,4 A	0,9
4	2,3 A	1,7 A	1,9 B	0,5 A	1,1
Média	2,1 A	1,1 A	1,7 B	0,4 A	1,2

B (Baixo), M (Médio), A (Alto)

É importante salientar que o uso exclusivo de adubos minerais, sem promover calagens adequadas e adubação orgânica, principalmente em culturas perenes, pode levar os solos a perderem rapidamente a sua fertilidade, em decorrência da acidificação, mobilização de elementos tóxicos (Al, Fe e Mn), imobilização de micronutrientes (principalmente Zn e Mn) e mineralização da MO do solo (THEODORO, 2001). Nesta pesquisa, os níveis de Mn (Tabela 5) nos solos variaram de 1,0 a 3,0mgdm^{-3} e de 1,2 a 2,6mgdm^{-3} nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, respectivamente. No entanto, apenas no solo do vinhedo 2, o teor de Mn foi considerado médio nas duas camadas avaliadas, sendo nos demais vinhedos considerado baixo.

Quando o cobre é analisado em solos cultivados com videira, em geral, não se verifica a carência desse micronutriente. Pelo contrário, normalmente há excesso deste elemento, fato que ocorre devido ao uso frequente e prolongado de calda bordalesa (CASALI et al., 2008). Em todos os vinhedos avaliados, o teor de Cu (Tabela 5) no solo está alto de acordo com a SBCS (2004), variando de 0,5 a 5,4mgdm^{-3} e de 0,5 a 1,7 mgdm^{-3}nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, respectivamente.

Níveis mais altos de cobre no solo decorrem em virtude do acúmulo do uso de produtos contendo esse elemento, os quais são utilizados principalmente na prevenção de doenças na videira. Segundo Casali et al. (2008), as aplicações sucessivas de fungicidas cúpricos em videiras podem aumentar o teor de Cobre total do solo e modificar a sua distribuição no perfil do solo.

O cobre é o metal mais citado na literatura como sendo o principal contaminante dos solos em áreas de vinhedos. Uma das principais causas para esta contaminação pode estar associada ao uso da calda bordalesa, a qual é muito utilizada em tratamentos fitossanitários de plantas de videiras. A calda bordalesa contém cobre em sua formulação, podendo contribuir com a contaminação do solo, da uva e dos seus derivados. Estudos apontam que produtos derivados da uva no Brasil estão sofrendo contaminação por este metal (MIRLEAN et al., 2005).

Dentre os micronutrientes, o Zn e o B merecem especial atenção por se tratarem de elementos cujas deficiências aparecem em maior frequência nas culturas, e por estarem diretamente relacionados à formação e à qualidade da colheita (MALAVOLTA et al., 1997). Com relação aos níveis de Zn no solo (Tabela 5), os resultados mostram uma variação nos seus teores de 3,0 a 6,0mgdm^{-3} e de 1,6 a 2,6mgdm^{-3} nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, respectivamente, sendo os maiores teores encontrados na superfície, diminuindo com a profundidade.

Estes maiores valores encontrados na superfície estão associados a mobilidade do Zn, esse elemento é difícil de ser lixiviado para camadas mais profundas do solo (Weingerl & Kerin, 2000). De acordo com a SBCS (2004), em todas as propriedades, nas duas camadas avaliadas, o teor de Zn no solo foi considerado alto. Segundo Weingerl & Kerin (2000), como aumento da acidez do solo, também há um aumento na quantidade de Zn disponível para as plantas.

Em relação ao teor de B (Tabela 5), este elemento variou de 0,3 a 0,6mgdm^{-3}, sendo assim, classificados de médio a alto de acordo com a SBCS (2004). No entanto, levando-se em consideração que o teor recomendado para a cultura da videira deve variar de 0,6 a 1,0mgdm^{-3}, verifica-se que somente o solo do vinhedo 4 estaria dentro desta faixa na camada de 0,00-0,20m. Segundo Lopes (1999), o B possui maior disponibilidade na faixa de pH de 5,0 a 7,0, sendo um micronutriente extremamente importante para a videira. Sua deficiência pode causar má fecundação, ocasionando a formação de cachos ralos e mal formados (MELLO, 2003). Neste estudo, todos os solos avaliados estão com o pH na faixa ideal (5,0 a 7,0) de disponibilidade do B para as plantas.

Os teores de Fe (Tabela 5), variaram de 1,0 a 1,9 g dm^{-3} e de 0,9 a 1,6 g dm^{-3} nas camadas de 0,00-0,20m e de 0,20-040m respectivamente, sendo considerados teores baixos, segundo SBCS (2004).

4.1.3 Indicadores biológicos

4.1.3.1 Mesofauna (ácaros e colêmbolos) e Macrofauna (minhocas)

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da relação ácaros/colêmbolos, Índice de Shannon para ácaros e colêmbolos, número de minhocas por m² e a umidade do solo nos quatro vinhedos avaliados.

Com base nos resultados de mesofauna, se pode observar que a relação ácaros/colêmbolos apontou desequilíbrio em todos os agroecossistemas, com exceção do solo do vinhedo 1, na profundidade 0,20-0,40m, que apresentou uma relação de 4,75. Este resultado pode estar associado ao teor de umidade encontrado neste vinhedo que foi superior aos demais. Sendo a umidade um fator que influencia diretamente a mesofauna edáfica, evidencia-se que quanto maior a umidade do solo maior a relação ácaro/colêmbolo.

Tabela 6- Valores médios de relação ácaros e colêmbolos (Ác/Col), Índice de Shannon (H) para ácaros (ác) e colêmbolos (col), número de minhocas (Ind/m²) e umidade nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m, em quatro vinhedos familiares.

Vinhedo	Ác/Col	H ác.	H col	Ind/m²	Umidade (%)
		0,00-0,20m			
1	8,06	0,045	0,106	39	26,7
2	1,20	0,144	0,156	23	18,8
3	1,14	0,146	0,155	42	10,0
4	0,17	0,122	0,585	14	13,1
		0,20-0,40m			
1	4,75	0,069	0,132	0	18,9
2	0,83	0,156	0,144	0	17,0
3	0,18	0,125	0,061	9	10,6
4	0,78	0,157	0,141	0	13,9

Segundo Bachelier (1978), uma relação ácaro/colêmbolo é considerada equilibrada quando seus valores estiverem na faixa entre 4 e 5, ou seja, 1 ácaro para 4 ou 5 colêmbolos.

O índice de Shannon para ácaros variou de 0,045 a 0,157 e para colêmbolos de 0,061 a 0,585. O índice de diversidade de Shannon assume valores que variam de 0 a 5, sendo que o seu decréscimo é resultado de uma maior dominância de grupos em relação a outros (BEGON et al.,1996). Neste estudo, o maior índice para ácaros foi observado no solo do vinhedo 3, enquanto que para colêmbolos o maior índice foi verificado no solo do vinhedo 4.

A população média de minhocas encontrada foi maior na camada superficial, a qual variou de 14 a 42 indivíduos por m², enquanto na camada subsuperficial, apenas no solo do vinhedo 3 foi constatada a presença destes indivíduos. Segundo o USDA (2001), em sistemas agrícolas, uma população de 100 minhocas/m² é, de maneira geral, considerada adequada. Com base nesta informação, verifica-se que a população média de minhocas observadas nos quatro vinhedos familiares em estudo estão abaixo desse índice considerado ideal.

A videira, por ser uma cultura perene, não necessita de preparo do solo, com frequência, o que poderia favorecer o incremento populacional de minhocas,uma vez que o revolvimento pode afetar negativamente a densidade destes indivíduos (AQUINO, 2008). Entretanto, a macrofauna também pode ser influenciada pela adição de fertilizantes minerais, aplicações de herbicidas, fungicidas e exposição ao sol (LEE, 1985; FRASER, 1994; MÄDER et al., 1996).

Neste estudo, o solo do vinhedo 3 foi o que apresentou uma maior densidade de minhocas nas duas camadas avaliadas, o qual pode ser atribuído ao fato deste vinhedo ser de base ecológica. As comunidades de minhocas são consideradas como indicadores de resiliência do ambiente, sendo sua ausência ou baixa população, considerada como indicativo de redução da biodiversidade e de degradação dos recursos (LAL, 1999).

4.1.4 Indicadores microbiológicos

4.1.4.1 Respiração basal do Solo

A respiração basal do solo (RBS) descreve o nível da atividade microbiana, permite fazer inferências sobre o teor e a decomposição da matéria orgânica além de refletir a capacidade de sustentação da vida no solo, através da atividade de plantas, animais e microorganismos. É um dos parâmetros mais utilizados para quantificar a atividade microbiana e um processo altamente influenciado por fatores como: tipo de vegetação, quantidade de serrapilheira, umidade, temperatura, estrutura do solo, disponibilidade de nutrientes, textura, relação carbono/nitrogênio (C/N) e presença de resíduos orgânicos (TANG et al., 2006; SILVA et al., 2010; MOURA, 2015).

Na figura 4 estão apresentados os valores médios da RBS encontrados nos quatro vinhedos familiares estudados. Estes valores variaram de 0,17 a 1,61mg C-CO_2.100g/solo, sendo os menores,nas duas camadas analisadas, encontrados no solo do vinhedo 1. Os baixos valores de RBS encontrados neste vinhedo podem indicar em curto prazo, uma menor liberação de nutrientes para as plantas e menor perda de carbono orgânico do solo para a atmosfera.

Segundo Insam & Domsch (1988), a medida que uma determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido como CO_2 pela respiração (menor RBS) e uma fração significativamente de carbono é incorporada à biomassa microbiana do solo.

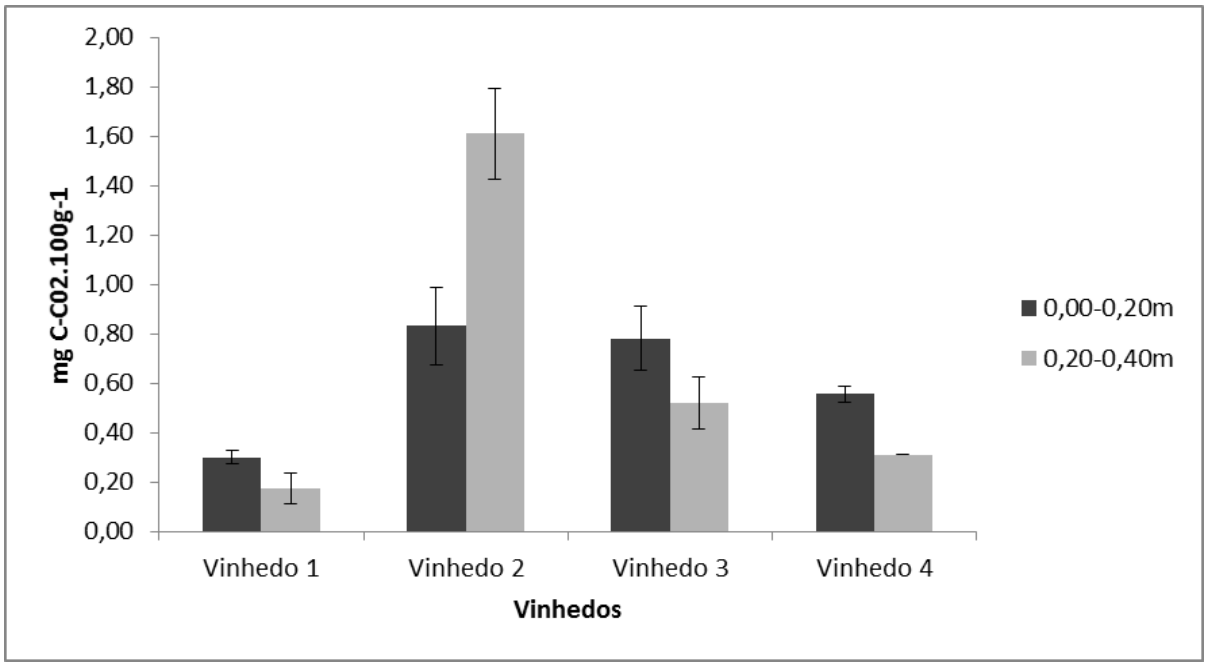

Figura 4- Valores médios de respiração basal nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m em quatro vinhedos familiares.

De acordo com Alves et al. (2011), uma biomassa microbiana “eficiente” teria menor taxa de respiração. Mas, Roscoe et al. (2006) afirmam que uma alta taxa de respiração pode ser interpretada como característica desejável quando se considera que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para a planta.

Desta forma, Islam & Weil (2000) afirmam que a taxa de respiração mais elevada pode ser desejável ou não, podendo indicar tanto distúrbio como alto nível de produtividade do ecossistema, devendo ser analisada em cada contexto. Em muitos casos, a interpretação dos resultados da avaliação da RBS torna-se difícil, devendo por isso ser analisada com cautela (TÓTOLA & CHAER, 2002).

A RBS sozinha não constitui um excelente indicador para inferir e/ou estabelecer diferenças entre sistemas de manejo do solo, principalmente nos solos de baixos conteúdos de material orgânico (SANTOS, 2010).

4.1.3.2.2 Carbono da biomassa microbiana

Na figura 5 estão apresentados os valores médios do carbono da biomassa microbiana (CBM) encontrados nos quatro vinhedos familiares estudados. O CBM apresentou uma faixa de variação média entre 102,65 e 192,80mg.kg^{-1}, na camada de 0,00-0,20m, e de 85,71 a 154,55mg.kg^{-1},na camada de 0,20-0,40m.

Na camada mais superficial do solo observa-se que ocorreu uma maior quantidade de CBM, isso pode estar relacionado ao maior acúmulo de material orgânico depositado pelas plantas e animais. Esses valores sugerem que na camada mais superficial há o favorecimento de microorganismos. De acordo com Silva & Mendonça (2007), existe uma tendência do CBM ser maior em camadas mais superficiais, pela maior disponibilidade de matéria orgânica, água e nutrientes.

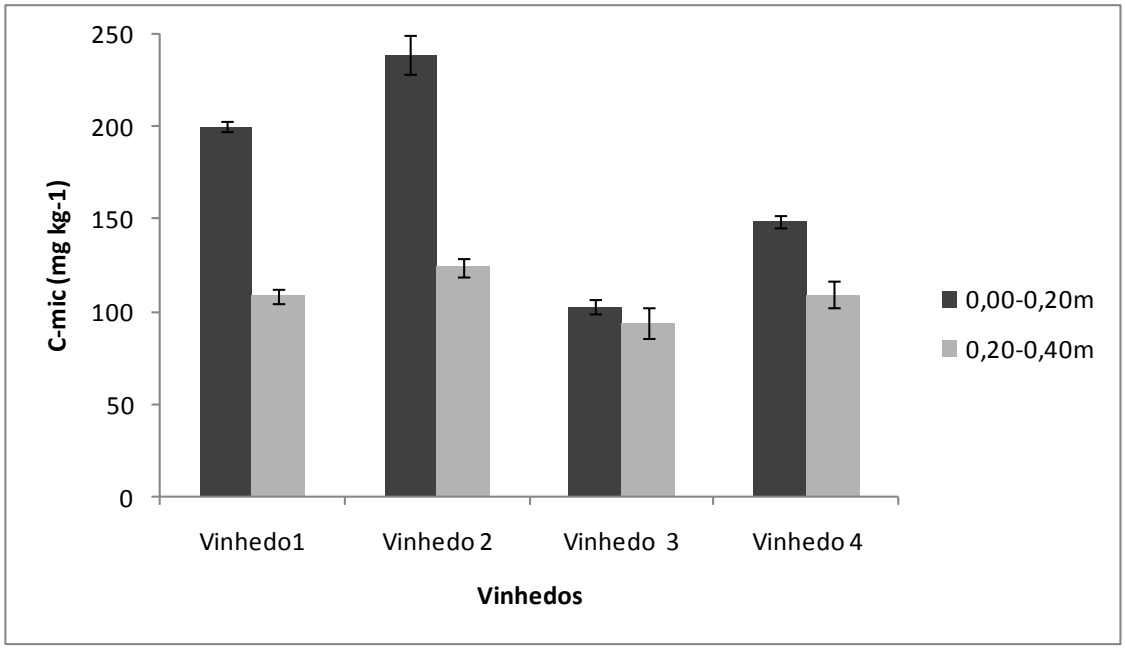

Figura 5- Valores médios de carbono da biomassa microbiana nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m em quatro vinhedos familiares.

No entanto, existem vários fatores que afetam e influenciam a atividade dos microorganismos tais como: atributos químicos, tipo de solo, vegetação e variáveis climáticas (temperatura e umidade) que ao serem avaliados em conjunto são quase sempre capazes de explicar a variação global da atividade e dos teores de CBM (CATTELAN & VIDOR, 1990; WARDLE, 1992; BERG, 2000).

De acordo com Van de Werf & Verstraete (1987), os valores de CBM podem oscilar de 90 a 2.300mgCkg^{-1}. Matsuoka et al. (2003) avaliando um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico cultivado com videira encontraram valores médios de 124 e 163mgCkg^{-1} nas profundidades de 0-0,05m e 0,05-0,20m. Embora este trabalho tenha sido realizado em outro tipo de solo, os resultados encontrados no presente estudo foram similares aos encontrados por Matsuoka et al. (2003).

Observou-se que os maiores valores de CBM foram encontrados no solo do vinhedo 2, fato que pode estar associado ao elevado teor de MO (Tabela 4), à

grande diversidade de espécies vegetais e ao maior teor de umidade encontrado nesse vinhedo (Figura 6). Nestas condições, há um fornecimento constante de material orgânico mais susceptível a decomposição, permanecendo o solo coberto, com menor variação e níveis mais adequados de temperatura e umidade (SANTOS et al., 2004).

Os menores valores de CBM nas duas camadas avaliadas foram observados no solo do vinhedo 3. Neste caso, este resultado pode estar associado ao menor teor de umidade do solo na época de coleta em torno de 9,69% na camada superficial e 10,67% na camada subsuperficial (Figura 6). Estes resultados corroboram com os estudos realizados por Cattelan & Vidor (1990), e Gama-Rodrigues et al. (2005) que verificaram reduções no CBM em solos que apresentavam menores teores de umidade.

Além disso, a quantidade de biomassa microbiana encontrada no solo geralmente é maior em solos que apresentam teores mais elevados de argila e menor em solos mais arenosos, degradados ou contaminados, seja por substâncias orgânicas tóxicas ou metais pesados (ROSCOE et al., 2006; MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Desta forma, os menores valores de CBM observados no solo do vinhedo 3 também podem estar associados ao maior teor de areia em sua textura e ao elevado teor de Al encontrado no solo desse pomar.

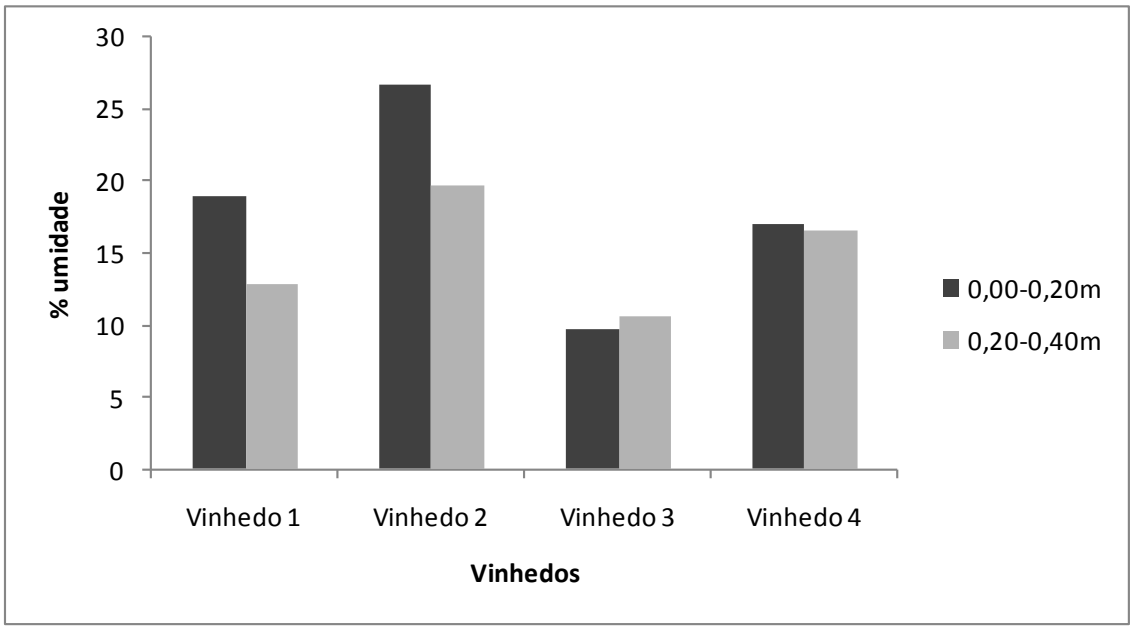

Figura 6- Valores médios de umidade do solo nas camadas de 0,00-0,20m e 0,20-0,40m em quatro vinhedos familiares.

Um dos grandes desafios no uso de indicadores microbiológicos para a avaliação da QS é a dificuldade de interpretar os resultados individuais dos parâmetros. Diferentemente do que ocorre com os indicadores químicos, de fertilidade do solo, cujos índices já estão relativamente bem definidos, é difícil apenas medir e interpretar indicadores microbiológicos sem um controle ou um referencial de comparação. Neste sentido, ocorrem dificuldades na interpretação dos bioindicadores de qualidade, ou seja, saber realmente quais valores podem indicar ou não um solo de boa qualidade. Tornando-se um enorme desafio para futuras pesquisas com o uso desses indicadores nas avaliações de qualidade do solo (TÓTOLA & CHAER, 2002; MENDES et al., 2011).

4.2 Características químicas foliares

Os valores médios dos indicadores químicos foliares avaliados nos diferentes vinhedos familiares encontram-se apresentados na Tabela 7.

Tabela 7- Valores médios de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e Zinco (Zn) em vinhedos familiares.

Vinhedos	N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----------%----------					----------mg kg $^{-1}$----------				
1	2,28	0,32	1,31	1,90	0,31	26	8	77	228	21
2	2,02	0,36	1,38	1,06	0,22	32	6	99	307	27
3	1,88	0,42	1,29	1,83	0,26	24	6	107	164	13
4	2,30	0,35	1,45	1,93	0,38	30	8	144	360	27

A análise foliar foi utilizada como complementar à análise do solo,permitindo, desta forma, avaliar com maior precisão as necessidades de fertilização dos vinhedos e, consequentemente, evitando a degradação do solo com o uso excessivo de fertilizantes químicos.

De acordo com a SBCS (2004), de maneira geral, os nutrientes avaliados na folha completa, foram classificados na faixa "normal". Nos vinhedos 1 e 3 o B e o Zn foram considerados como abaixo do normal. Já nos vinhedos 2 e 4 o Mn foi classificado como acima do normal, este fato pode estar atribuído ao uso de fungicidas a base de Mn. Segundo Terra & Tecchio (2008), a videira, em geral, está bem suprida de Mn, pois este micronutriente é fornecido através de pulverizações com fungicidas a base de Mn. Na propriedade 3, o P foi considerado acima do normal.

4.3 Características físico-químicas da uva

De acordo com Mandelli et al. (2010), a precipitação pluviométrica, a radiação solar, a temperatura e a umidade relativa do ar são os elementos meteorológicos que mais influenciam o desenvolvimento, a produção e qualidade da uva. Os dados meteorológicos estão apresentados na Figura 1 e 2, os quais correspondem ao ano de 2014.

Essa influência ocorre em todos os estádios fenológicos da videira, sendo que para cada estádio fenológico a videira necessita de uma quantidade adequada de luz, água e calor para que possa se desenvolver e produzir uvas de qualidade. Entretanto, deve-se considerar que as condições de solo, relevo, manejo e produtividade dos vinhedos e sistema de condução também influenciam a qualidade das uvas e vinhos (MANDELLI et al., 2010).

Para avaliar a qualidade da uva dos vinhedos desse estudo, determinou-se o teor de sólidos solúveis totais (SST), a acidez titulável (AT), o pH, *ratio* (SST/AT) que encontram-se apresentados na Tabela 8 e o teor de antocianinas totais, fenóis totais e atividade antioxidante que se encontram na Tabela 9.

De modo geral, o teor de SST, expresso em °Brix, varia significativamente entre genótipos (10-25°Brix), sendo esse altamente influenciado por condições ambientais, aspectos nutricionais, podendo variar dentro da mesma cultivar, dependendo das condições de cultivo (PINELI et al., 2011). Nesse estudo, o modelo vegetal foi a cultivar bordô, que dependendo da safra e do manejo do vinhedo, pode acumular de 12 a 16 °Brix (CAMARGO et al., 2010).

Os resultados referentes ao percentual de SST presentes no mosto das uvas utilizadas nesse estudo variaram de 12,09 a 16,39°Brix (Tabela 8).

Tabela 8- Valores médios de sólidos solúveis totais (SST)(°Brix), acidez titulável (AT) (g ác. Tartárico $100g^{-1}$), *ratio* (SST/AT) e pH da uva Bordô cultivada, em quatro vinhedos familiares.

Propriedades	°Brix	Acidez	*Ratio*	pH
1	16,39	0,65	25,21	3,24
2	14,77	0,79	18,69	3,18
3	12,09	0,94	12,86	2,96
4	13,66	0,76	17,97	3,14

As médias de SST apresentadas são semelhantes aos dados encontrados por Chiarotti et al. (2011) com a cultivar Bordô que obtiveram médias de 14,90°Brix, Mota et al. (2010) de 14,79°Brix e Norberto et al. (2008) com 10,19°Brix.

O °Brix está relacionado com o conteúdo de açúcares (frutose, glicose e a sacarose) que constituem os principais componentes dos frutos. Em algumas cultivares, esse teor pode ultrapassar mais de 20%. Segundo Giovannini & Manfroi (2009), os teores médios de °Brix em uvas podem variar de 12 a 28%, sendo que os teores ideais para se elaborar um bom vinho variam de 21 a 25%. No entanto, para Chitarra & Chitarra (2005), a uva deve conter de 14-17°Brix.

Os vinhedos 1 e 2 apresentaram teor adequado de SST, recomendado por estes autores. Além disso, de acordo com a legislação Brasileira, para se obter produtos de qualidade, o ideal é que se tenham uvas como no mínimo 14°Brix (BRASIL, 2002). Normalmente os menores teores de SST são decorrência de desequilíbrios entre fonte/dreno e/ou deficiência mineral. Mais especificamente, se há excesso de crescimento vegetativo em relação à produção, tem-se uvas com menores teores de SST (KELLER et al., 2008).

No caso das frutas avaliadas no vinhedo 3, estas apresentaram um teor de SST de 12,09°Brix, o que pode ser considerado baixo (GIOVANNINI & MANFROI, 2009). Isso ocorreu provavelmente devido à antecipação da colheita neste vinhedo, em virtude de ter ocorrido um forte vendaval,o qual derrubou parte das frutas. Assim, a colheita foi realizada em estádio de maturação menos avançado, o que possivelmente resultou em uvas com maior acidez total (AT).

Em contrapartida, das avaliações feitas, o vinhedo 1 apresentou uvas com SST de 16,39°Brix. Esse resultado indica, segundo Assis (2004), que este vinhedo apresenta um excelente equilíbrio entre fotossíntese e acúmulo de fotoassimilados.

Outro fator que exerce grande influência na acidez total (AT), pH e sólidos solúveis totais (SST) é a radiação solar na região do cacho principalmente na fase de maturação da fruta (TODA et al., 1991). De modo geral, os valores de AT encontrados, são coerentes com as características desse cultivar, que é conhecida por produzir uvas com relativamente baixa acidez total (RIZZON et al., 2008).

Nesse estudo a AT média variou de 0,65 a 0,94g ác. Tartárico$100g^{-1}$, sendo menor o teor de AT na uva com maior teor de SST (vinhedo 1) e maior na uva com menor teor de SST (vinhedo 3). Esse comportamento, demonstra que apesar das uvas terem sido colhidas aparentemente completamente maduras(pretas), especialmente no vinhedo 3 as uvas não tinham atingido a maturação tecnológica. No entanto, os valores de AT encontrados nos vinhedos estudados estão dentro dos limites analíticos estabelecidos pela legislação Brasileira, onde o limite máximo é de

0,9g ácido tartárico $100g^{-1}$e mínimo de 0,41g ácido tartárico $100g^{-1}$de acidez titulável (BRASIL, 2000).

A acidez diminui com o amadurecimento na maioria das frutas devido à utilização destes ácidos orgânicos no ciclo de Krebs ou sua transformação em açúcares durante o processo respiratório (LUCENA, 2006). Mota et al. (2010) afirmaram que as uvas produzidas em sistema lira aberta apresentam maior teor de sólidos solúveis e menor acidez, enquanto as uvas sustentadas em sistema de condução latada apresentaram menor teor em açúcar, e maior acidez.

O aumento do teor de °Brix e a redução do teor de AT ocorrem devido aos processos de aumento da hidrólise do amido, dos frutanos e das sacaroses em moléculas de glicose e frutose ocasionadas pela giberilina, e pelo efeito da citocinina que causa a mobilização de nutrientes originando uma nova fonte dreno (GOWDA et al., 2006; TAIZ & ZEIGER, 2009). Além disso, fatores como a diluição dos ácidos orgânicos devido ao aumento do tamanho da baga, a migração de bases e consequentemente salificação dos ácidos orgânicos também contribuem para a redução no teor de AT (RIZZON et al., 2000).

A relação SST/AT também conhecida como *ratio*, é utilizada como medida, para verificar se a matéria-prima está com grau de maturação tal que, resulte num produto com aceitação organoléptica e de qualidade. Para um produto autêntico, elaborado a partir de uma matéria-prima que seja submetida a um controle de qualidade, esta relação é uma constante, porém, quando desequilibrada, dá ao paladar a sensação de um produto “diluído” ou “muito ácido” (BRASIL,1986). O *ratio* é um importante parâmetro para determinar a maturação das frutas (CECATTO et al., 2013).

Segundo Rizzon & Link (2006) a relação SST/AT representa o equilíbrio entre o gosto doce e ácido do suco de uva, ou seja, quanto mais elevado for esse valor mais doce será o produto. O sabor da uva é o resultado da concentração e da combinação de açúcares e ácidos, taninos e diversos compostos aromáticos, principalmente ésteres e álcoois. A medida mais representativa do sabor da uva é a relação SST/AT que quando acima de 20 é considerada doce pelo consumidor (BERWALDT & FERRI, 2015).

Além disso, a relação entre estas duas variáveis está diretamente ligada à aceitação do produto, observando-se que maiores valores de SST/AT proporcionam melhor percepção do sabor da fruta, sendo preferido pelos consumidores

(RESENDE et al., 2008). Esta relação cresce com o aumento no teor de °Brix e com a diminuição da acidez.

No entanto, Rizzon & Miele (2002) citam que a utilização dessa relação como índice de maturação da uva deve ser feita com cautela, uma vez que o aumento no teor de açúcar nem sempre corresponde à igual redução da acidez. De acordo com a legislação Brasileira, espera-se que frutas de uva apresentem uma relação que deve estar entre os limites estabelecidos que variam entre 15 e 45 (BRASIL, 2002). Nessa pesquisa, a relação SST/AT (*ratio*) variou de 12,86 a 25,21. Neste sentido, levando-se em consideração os limites estabelecidos pela legislação, a maioria dos vinhedos, com exceção do vinhedo 3, estão dentro destes limites estabelecidos pela referida legislação.

Em relação ao pH do mosto da fruta, este variou entre os vinhedos estudadas de 2,96 a 3,24. Esses resultados são semelhantes com os encontrados por Norberto et al. (2008) e Mota et al. (2010) encontraram um pH de 2,48 e 3,25, respectivamente, utilizando mesmo sistema de condução do vinhedo em estudo e cultivar bordô.De acordo com a legislação brasileira a faixa de pH ideal do mosto da uva varia de 3,1 a 3,4 (BRASIL, 2004). Para uvas, o valor do pH normalmente tem comportamento inverso à AT, e isso pode ser observado na tabela 8. Essa variável é considerada importante na avaliação da qualidade da uva, indicando sua resistência às contaminações bacterianas e à estabilidade de compostos fenólicos (GUERRA, 1998).

A concentração média de antocianinas totais nas uvas avaliadas em cada vinhedo variaram de 12,03 a 16,11mg100g^{-1}de fruta. Rombaldi et al., (2004) encontraram para uva Bordô teores de antocianinas totais entre 34,5 e 42,7 mg100g^{-1}, valores mais altos do que os obtidos no presente estudo.De acordo com MAZZA (1995), o conteúdo de antocianinas em uvas tintas varia de 30 a 750 mg100g^{-1} da fruta madura, no entanto esses valores são observados para as antocianinas determinadas na casca.

No presente estudo as antocianinas foram determinadas no fruto todo (casca+polpa+sementes) e os valores observados ficaram abaixo dessa faixa. No entanto, a quantidade e a composição das antocianinas presentes nas uvas diferem de acordo com a espécie, variedade, maturidade, condições climáticas, cultivar e porções analisadas. De modo geral, o cultivar Bordô apresenta maior concentração

de antocianinas, o qual apresenta elevado teor de matéria corante (CAMARGO, 2003; GIOVANNINI, 2008).

A composição química e física do solo em especial aqueles que apresentam pH ácido e textura franco-arenosa e a disponibilidade hídrica, sem estresse por excesso, afetam de maneira favorável os teores de antocianinas (PENTER, 2006).

As antocianinas são responsáveis pela cor das uvas tintas e de seus derivados. São pigmentos de diferentes cores, em tons de vermelho, rosa e violeta (GUERRA, 2005). Localizam-se essencialmente na película da uva e, excepcionalmente, na polpa. Também podem ser encontradas nas folhas da videira, geralmente no final do ciclo vegetativo (RIBÉREAU-GAYON et al., 2002). A composição das antocianinas na uva depende primeiramente de fatores genéticos, porém a distribuição destes compostos durante a maturação da uva é ainda influenciada pelas condições climáticas, cultivar, maturação e pelas características físico-químicas do solo (MUÑOZ-ESPADA et al., 2004; POMAR, 2005).

Em uvas tintas, as antocianinas constituem componentes importantes para a produção de vinhos tintos, porque contribuem para os atributos sensoriais e, principalmente, para a coloração do vinho (MUÑOZ-ESPADA et al., 2004). Por outro lado, está cada vez maior, a busca por uma alimentação saudável e funcional, devido a este fato, inúmeros estudos a respeito dos teores de compostos antioxidantes nos mais diversos alimentos estão sendo desenvolvidos.

Os resultados encontrados para a atividade antioxidante mostram que esta variou de 1683,79 a 1812,72mg100g^{-1} (Tabela 9). O maior potencial antioxidante foi apresentado pela uva do vinhedo 1, que evidenciou mais radicais livres sequestrados. No aspecto nutricional, as uvas estão entre as frutas que se destacam como fonte de compostos fenólicos, com importantes características biológicas, sendo destacadas suas propriedades antioxidantes (WANG et al., 1997).

Tabela 9- Valores médios de antocianinas totais, atividade antioxidante e fenóis totais da uva Bordô cultivada em quatro vinhedos familiares.

Vinhedos	Antocianinas totais	At. Antioxidante	Fenóis totais
	----------mg 100 g^{-1}----------		
1	15,83	1812,72	135,54
2	12,07	1683,79	141,52
3	12,03	1716,96	139,37
4	16,11	1765,25	142,06

Quanto mais intensa a coloração da uva, mais interessante se torna do ponto de vista funcional, já que as uvas de coloração escura apresentaram maior conteúdo de compostos fenólicos e capacidade antioxidante (ABE et al., 2007).

A concentração média encontrada para fenóis totais variou de 135,54 a 142,06mg100 g^{-1} da uva (Tabela 9). Abe et al. (2007) encontraram valores de 391mg100g^{-1} decompostos fenólicos totais em massa fresca de uva madura, valores estes superiores aos encontrados neste estudo.

O maior teor de compostos fenólicos foi constatado no vinhedo 4, este fato pode estar relacionado ao alto índice de mofo de cinzento nas bagas encontrada nesta propriedade. Os compostos fenólicos possuem funções determinantes para a planta o seu acúmulo na baga está relacionado, entre outros fatores, com o estresse gerado pelo clima ou por patógenos. Neste caso, a incidência elevada de luz ultravioleta sobre os tecidos de frutos pode promover maior acúmulo destes metabólitos, graças à ativação de genes responsáveis pela sua rota de síntese no metabolismo secundário (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Penter (2006) constatou que o clima, pode influenciar diretamente no conteúdo de fenóis totais nas uvas e que a temperatura e a luminosidade, excessivamente baixas ou elevadas, não são favoráveis. Porém, P, K, Mg, B, Mn e outros micronutrientes estimulam a síntese de fenóis totais.

5 CONCLUSÕES

Levando em consideração os indicadores físicos dos solos avaliados neste estudo, pode-se observar que, individualmente, os valores de Ma, Mi e a Pt estão abaixo dos índices considerados como os ideais, no entanto, a Ds e o DMP foram considerados adequados;

Com relação aos indicadores químicos, os solos dos vinhedos avaliados apresentam adequada fertilidade, com níveis nutricionais classificados entre médios a altos;

Todos os solos dos vinhedos estudados apresentam condições biológicas (mesofauna e macrofauna) abaixo dos considerados como ideais;

Com base na análise foliar os vinhedos apresentam estado nutricional adequado;

No que se refere aos indicadores físico-químicos da fruta os resultados demonstram que os valores estão dentro dos parâmetros esperados para esta cultivar;

Portanto, a partir dos desempenhos dos indicadores avaliados é possível inferir que, no geral, a boa fertilidade dos solos estudados sugerem níveis adequados nutricionais foliares. A fragilidade encontrada nos solos com relação a porosidade e condições biológicas não afetaram a qualidade da fruta.

REFERÊNCIAS

ABE, L. T.; MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 394-400, 2007.

ALMEIDA, Denise de Oliveira. **Fauna epiedáfica e atributos microbiológicos de solos sob sistemas de manejo no subtrópico brasileiro.** 2012. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

ALVES, T. S.; CAMPOS, L. L.; NETO, N. E.; MATSUOKA, M.; LOUREIRO, M.F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Scientiarum Agronomy** Maringá, v. 33, n. 2, p. 341-347, 2011.

ANTES, Suziane. **Sobrematuração da uva na composição e qualidade de vinhos cv. Tannat e cabernet sauvignon da região de Bagé – RS.** 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) –Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

AQUINO, A. M. de; MELOVIRGÍNIO FILHO, E. de.; RICCI, M. dos S. F.; CASANONES, F. Populações de minhocas em sistemas agroflorestais com café convencional e orgânico. **Ciências e Agrotecnologia,** Lavras**,** v. 32, n. 4, p. 1184-1188, 2008.

ARAÚJO, R.; GOEDERT, W. J.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n.5, p.1099-1108, 2007.

ARSHAD, M.A.; LOWER, B.;GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W.;JONES,A.J. (Org.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.123-141.

ARSHAD, M.A.; MARTIN, S. Identifying critical limits for soil quality indicators in agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.88, n.2, p.153-160, 2002.

ATLAS SOCIOECONÔMICO DO RIO GRANDE DO SUL. Economia: Uva e Maça. Disponível em: ‹http://www.scp.rs.gov.br/atlas/conteudo.asp?cod_menu_filho=819&cod_menu=817&tipo_menu=ECONOMIA&cod_conteudo=1504› Acesso em: 20 nov. 2014.

ASSIS, J.S. de; LIMA FILHO, J.M.P.; LIMA, M.A.C. de. (2004) Fisiologia da Videira. In: FEIRA NACIONAL DA AGRICULTURA IRRIGADA -FENAGRI, 1., 2004, Petrolina.CD-ROM.

AUDEH, Samira Jaber Suliman. **Capacidade de Uso das Terras: analogias e contradições entre o conhecimento acadêmico e o não acadêmico em áreas de agricultura familiar de base ecológica.** 2013. 63 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel,Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

AZEVEDO, Fernanda Quintanilha. **Perfil vitivinícola, fenologia, qualidade e produção de uvas americanas e híbrida em Pelotas-RS**. 2010. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel,Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

BACHELIER, Georges. **La faune des sols, son écologie et son action.** Paris: Orstom, 1978. 391 p.

BADALOTTI, Daiane Angela. **Compostos fenólicos e atividade antioxidante de sucos de uva Bordô, Concord e Isabel elaborados com uvas produzidas pelo sistema orgânico**. 2011. 53 f. Trabalho de conclusão do curso (Tecnologia em Viticultura e Enologia) – Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2011.

BASSOI, L. H.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, J. A. M.;SILVA, E. E. G. da. Root distribution of irrigated grape vine rootstocks in a coarse texture soil of the São Francisco Valley, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 35-38, 2002.

BASSOI, L. H.; HOPMANS, J. W.; JORGE, L. A. de C.; ALENCAR, C. M. de; SILVA, J. A. M. Grapevine root distribution in dripand micros prinkler irrigation . **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 377-387, 2003.

BEGON, Michael; HAPER, John. L.; TOWNSED, Colin R. **Ecology: individuals, populations and communities**. Oxford: Blackwell Science, 1996. 1049 p.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 133, n. 1, p. 13-22, 2000.

BERWALDT, L. A. dos A.; FERRI, V.C. Teste afetivo e análise físico-química em vinho da variedade Bordô e sua assemblage com o Varietal Isabel. In: 5° SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR-ALIMENTAÇÃO E SAÚDE, 2015, Bento Gonçalves. **Anais...** CD-ROM.

BLOUIN, Jacques; GUIMBERTEAU, Guy. **Maduración y Madurez de La Uva**. 1.ed. Madrid: Multi Prensa, 2004. 157p.

BOUYOUCOS G. J. The hydrometer as a new method for the mechanical analysis of soils. **Soil Science**, Madison, v.23, n. ,p.343–349, 1927.

BRAND-WILLIANS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, Campinas, v.28, n. 1, p.25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria nº 76 de 26 de novembro de 1986. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 28 nov. 1986. Seção 1, pt. 2.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº1 de 1º de fevereiro de 2002. Anexo III - Regulamento técnico de identidade e de qualidade para a classificação da uva rústica. Diário Oficial da União,Brasília, Seção 1, n.24, p.6-7, 4 Fev. 2002.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. **Instrução Normativa nº 1**, de 7 de janeiro de 2000, do Ministério da Agricultura. Diário Oficial da União, Brasília, Nº 6, 10 de jan. 2000.Seção I, p.54-58. [Aprova os Regulamentos Técnicos para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpas e sucos de frutas].

CAMARGO FILHO, Sérgio Trabali. **Recuperação de áreas degradadas no município de Paty do Alferes pela introdução de gramíneas forrageiras e leguminosas arbóreas.** 1999. 105f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Seropédica, 1999.

CAMARGO, Umberto Almeida. Tecnologia vitícola: novas variedades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...**Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.127-128.

CAMARGO, Umberto Almeida, NACHTIGAL, Jair Costa. Cultivares. In: NACHTIGAL, Jair Costa; SCHNEIDER, Evandro Pedro (Org.). **Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, Documentos, 2007.p. 11-16.

CAMARGO, Umberto Almeida; MAIA, João Dimas Garcia; RITSCHEL, Patrícia. BRS Carmen: nova cultivar para a elaboração de suco e vinho de mesa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1. 2008, Bento Gonçalves. **Anais...**Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. 144p.

CAMARGO, Umberto Almeida; MAIA, João Dimas Garcia; RITSCHEL, Patrícia. **Embrapa Uva e Vinho: novas cultivares brasileiras de uva**. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2010. 64p.

CAPOCASA, F.; SCALZO, J.; MEZZETTI, B.; MAURIZIO BATTINO, M. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. **Food Chemistry**, Washington,v. 111, ,n.4, p. 872–878, 2008.

CASALI, C.A.; MOTERLE, D.F.; RHEINHEIMER, D.S.; BRUNETTO, G.; CORCINI, A.L.M.; KAMINSKI, J.; MELO. G.W.B. Formas e dessorção de cobre em solos cultivados com videira na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Ciência do Solo,** Viçosa, v.32 n.4, p. 2008.

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

CARASSAI, I. J.; CARVALHO, P. C. F.; CARDOSO, R. R.; FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; NABINGER, C.; FREITAS, F. K.; MACARI, S.; TREIN, C. R. Atributos físicos do solo sob intensidades de pastejo e métodos de pastoreio com cordeiros em integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1284-1290, 2011.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em funções de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, n. 2, p. 133-142, 1990.

CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. F. C.; PAZZINATO, A. C. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 471–478, 2013.

CENTURION, J. F.; FREDDI, O. S.; ARATANI, R. G.; METZNER, A. F. M.; BEUTLER, A. N.; ANDRIOLI, I. Influência do cultivo da cana-de-açúcar e da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de Latossolos Vermelhos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 199-209, 2007.

CHAVARRIA, G.; BERGAMASCHI, H.; SILVA, L.C. da; SANTOS,H.P. dos; MANDELLI, F.; GUERRA, C.C.; FLORES, C.A.;TONIETTO, J. Relações hídricas, rendimento e compostos fenólicos de uvas Cabernet Sauvignon em três tipos de solo. **Bragantia**,Campinas, v.70, n.3, p.481-487, 2011.

CHIAROTTI, F.; GUERIOS, I.T.; CUQUEL, F.L.; BIASI, L.A. Melhoria da qualidade de uva “Bordo” para a produção de vinho e suco de uva. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 33,. n. esp., p. 618-624, 2011.

CHITARRA, Maria Isabel Fernandes; CHITARRA, Adimilson Bosco. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio.** 2.ed.Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COLUGNATI, G.; CATTAROSSI, G.; CRESPAN, G. Gestione del terreno in viticoltura. **Vignevini**, Bologna, v. 11, n.1, p. 53-83, 2004.

COOMBE, B. G.; MCCARTHY, M. G. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v.6, n.2, p.131–135, 2000.

CORRÊA, M. C.M.; CONSOLINI, F.; CENTURION, J. F. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar (*Saccharum*spp.). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1159-1163, 2001.

COSTA, Neuza Maria Brunoro; ROSA, Carla de Oliveira Barbosa. **Alimentos Funcionais.** Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2010. 536 p.

CRUZ, C. V.; TRASPADINI, E. I. R.; VIEIRA, E. O.; DIAS, J. R. M.; NETO, A. C. F.; FERREIRA, E. Atributos químicos de um Latossolo submetido à tecnologia de Integração Lavoura-Pecuária. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia,**Rondônia, v.1, n.1, p.145-149, 2012.

CUNHA, Noel Gomes da; SILVEIRA, Ruy José da Costa. **Estudo dos solos do município de Pelotas**. Série documentos: 12/96. 1996. 50p.

CURRY, James P. Factors affecting earthworm abundance in soils. In: Clive A. Edwards (Org.) **Earthworm ecology**. CRC Press: Boca Raton, 1998. p. 37-64.

DIAS, Juliana Furtado. **Determinação dos conteúdos de resveratrol em vinhos tintos de duas regiões brasileiras.** 2009. 102f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro,2009.

DORAN, John Walsh. **Soil quality and sustainability.** In: XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, CD Rom... Rio de Janeiro, SBCS, 1997.

DORAN, John Walsh.; PARKIN, Timothy. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, John Walsh; JONES, Alice J. **Methods for assessing soil quality**. Madison, SSSA, 1996. 411p. (SSSA Special Publication, 49).

DORAN, John Walsh; SARRANTONIO, Marianne; LIEBIG, Mark A.; HALVORSON, Jonathan J. **On-farmassessment of soil Quality and health**. In. DORAN, John Walsh; JONES, Alice J. Methods for assessing soil quality. Madison: Soil Science Society of America Special Publication Number 49, 1996. p.83-105.

DUMANSKI, J.; PIEIRI, C. Land quality indicators: research plan. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 81, n. 2 p. 93-102, 2000.

EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.

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

EMBRAPA- Centro Nacional de pesquisa em uva e vinho. **Produção de uvas em pequenas propriedades**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/pesquisa/pupp/>. Acesso em: 19 jul. 2013.

FALCADE, Ivanira; MANDELLI, Francisco. **Vale dos vinhedos: Caracterização geográfica da região.** Caxias do Sul: EDUCS, 1999.144p.

FARIA, C. M. B.; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no Submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 641-648, 2004.

FARIA, Sandra Santos**. Adoção de inovações pela agriculura familiar: O caso do cultivo de uvas no estado de Goiás**. 2012, 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio). Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2012.

FERREIRA, Mozart Martins. Caracterização Física do Solo. In: VAN LIER, Quirijn de Jong (Org.). **Física do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.1-27.

FEGER, J. E; BATISTA, L. C; BECKER, E; CASAROTTO, N. FILHO. **Desenvolvimento de cluster pela valorização territorial: o caso do vale da uva e do vinho em Santa Catarina**. 2002. Disponível em: <http://www.fiepr.org.br>. Acesso em: 04 nov. 2014.

FLORES, C. A.;SARMENTO, E. C.; WEBER, E. J.; HASENACK, H.; PÖTTER, R. O. Increase of detail in soil surveys and its contribution for managing wine quality in vale dos vinhedos, Brazil. **Journal of Viticulture and Enology,** Portugal,v.28, n.1, p.370-374, 2013.

FRASER, P. M. The impact of soil and crop management practices on soil macrofauna. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R.; GRACE, P. R. (Org.). **Soil Biota: management in sustainable farming systems**.Melbourne: CSIRO, 1994. p. 125-132.

FREGONI, Mario. **Nutrizione e fertilizzazione della vite**. Bologna: Edagricole, 1980. 418 p.

FOURIE, J. C. Soil management in the Breede River Valley wine grape region, South Africa: 1. Cover Crop Performance and Weed Control. **South African Journal for Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 31, n. 1, p. 14-21, 2010.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA RODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. A. S. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 893-901, 2005.

GIEHL, M. R.; DAL BOSCO, S. M.; LAFLOR, C. M.; WEBER, B. Eficácia dos flavonóides da uva, vinho tinto e suco de uva tinto na prevenção e no tratamento secundário da aterosclerose. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 145-155, 2007.

GIOVANINNI, D.; SCUDELLARI, D.; ALDINI, A.; MARANGONI, B.Esperienze di conduzione del terreno in unpescheto biologico. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Bologna, v.1, p. 21-29, 2001.

GIOVANNINI, Eduardo; MANFROI, Vitor. **Viticultura e enologia**: **elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. Bento Gonçalves: IFRS, 2009. 344 p.

GIOVANNINI, Eduardo. **Produção de uvas: para vinho, suco e mesa**. 3 ed. Porto Alegre: Editora Renascença, 2008. 366 p.

GOEDERT, W. J. Qualidade do solo em sistemas de produção agrícola. In: XXX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2005, Recife: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005, CD ROM.

GOWDA, V.N.; SHYAMALAMMA, S.; KANNOLLI, R.B. Influence of AG3 on growth and development of ´Thompson Seedless´ grapes (*Vitis vinifera* L.). **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 727, p. 239-242, 2006.

GRANDO, M. Z. **Evolução e decadência da vitivinicultura em Pelotas**. Porto Alegre: Ensaios FEE, 1987.p. 121-129.

GRANT, C. Effects of nitrogen and phosphorus fertilizers on the environment. In: PROCHNOW, L.I.; CASARIN, V.; STIPP, S.R. (Org.). **Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes: contexto mundial e técnicas de suporte**. Piracicaba: IPNI, 2010. p.43- 90.

GUANZIROLI, C. **Agricultura familiar e reforma agrária no século XXI.** Rio de Janeiro: Garamond, 2001.288p.

GUERRA, C. C. Evolução polifenólica: Longevidade e qualidade dos vinhos tintos finos. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA, ENOLOGIA E GASTRONOMIA, 1998, Bento Gonçalves. **Anais do...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1999. p 55- 65.

GUERRA, C. C. Compostos fenólicos do vinho. In: SOUZA FILHO, J. M. de; MANFROI, V. (Org.). Vinho e saúde: vinho como alimento natural. Bento Gonçalves: Ibravin, **I Simpósio Internacional Vinho e Saúde.** 2005. p. 39.

GUERRA, C. C. Colheita e destino da produção. In: KUHN, G. B. **Uva para processamento e produção**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho - Informação Tecnológica, 2003. p.123-125.

GUERRA, C. C. Evolução polifenólica: Longevidade e qualidade dos vinhos tintos finos. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA, ENOLOGIA E GASTRONOMIA, 1998, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. p. 55- 65.

HILSINGER, Roni. **Os efeitos do Pronaf no setor primário de São Lourenço do Sul, RS – 1996/2006.**2007. 231f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; BRANDÃO JUNIOR, O.; KASCHUK, G.; SOUZA, R. A. Soil microbial activity and crop sustainability in a long-term experiment with three soil tillage and two crop-rotation systems. **Applied Soil Ecology,** Amsterdam,v.42, n.3, p.288-296, 2009.

INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chrono sequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, Nova York, v. 15, n. 4, p. 177-188, 1988.

IBRAVIN - INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. Panorama Geral. Disponível em: <http://www .ibravin.org.br/panorama-geral> Acesso em: 12 nov. 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3.ed. São Paulo: IMESP, 1985. 533p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário: agricultura familiar primeiros resultados**. 2006. 265p.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000.

JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil–V. A method for measuring soil biomass. **Soil & Biology Biochemistry**, Oxford, v.8, n.3, p.209-213, 1976.

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. **Soil Science Society American Journal**, Madison, v. 61, n. 1, p. 4–10, 1997.

KELLER, M.; SMITHYMAN, R. P.; MILLS, L. J. Interactive effects of deficit irrigation and crop load on Cabernet Sauvignon in an arid climate. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v. 59, n. 1, p. 221-234, 2008.

KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C. Aggregate stability and size distribution. In: KLUTE, A. (Org.). **Methods of soil analysis.** 2ed. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1986. p. 425-442.

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

KONDO, M. K.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; WENDLING, B.; SILVA, P. B.; CARDOSO, M. M. Efeito de coberturas vegetais sobre os atributos físicos do solo e características agronômicas do sorgo granífero. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n.1, p. 33-40, 2012.

LAL, Rattan. **Métodos para avaliação do uso sustentável dos recursos solo e água nos trópicos.**Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 97 p.

LAL, R. Physical management of soils of the tropics: priorities for the 21st century. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.165, n.3, p.191-207, 2000.

LANYON, D.M.; CASS, A. & HANSEN, D. **The effect of soil properties on vine performance** CSIRO Land and Water Technical Report No. 34/04 54 p, 2004.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J.The dynamics of soil quality as a measure of suatainable management. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B. A. (Org.) **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA, 1994. p. 37-51.

LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. Conservation and enhancement of soil quality. In: **Evaluation on for Sustainable Land Management in the Developing World**. ISBRAMProc.,v.2, n.12 Soil Research and Management, Bangkok, Tailândia.1991.

LEE, Kenneth Ernest. **Earthworms their ecology and relationships with soils and land use**. Canberra: Academic, 1985.

LEES, D. H; FRANCIS, F. J. Standardization of Pigment Analysis in Cranberries. **Horticulture Science**, Alexandria, v. 7, p. 83 - 84,1972.

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 - **Wagening en 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. v.37, p.623–630. 2008.

LISBOA, B. B.; VARGAS, L. K.; SILVEIRA, A. O.; MARTINS, A. F.; SELBACH,P. A. Indicadores Microbianos de Qualidade do Solo em Diferentes Sistemas de Manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 1, p.45-55, 2012.

LOPES, Alfredo Scheid. **Micronutrientes** – filosofias de aplicação e eficiência agronômica. Associação Nacional para Difusão de Adubos. São Paulo-SP. 1999. 58p.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; GIÁCOMO, S. G.; PERIN, A. ANJOS, L. H. C. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1269-1276, 2011.

LUCENA, Eliseu Marlônio Pereira de. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga “Tommy Atkins” no vale do São Francisco.** 2006. 152f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MALAVOLTA, Eurípides. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MALAVOLTA, Eurípides; VITTI, Godofredo Cesar; OLIVEIRA, Sebastião Alberto de. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

MALGARIM, M. B.; TIBOLA, C. S.; FERRI, V. C.; ZAICOVSK, C. B.; MANFROI, V. Características de qualidade do vinho Bordô elaborado com diferentes processos de vinificação e períodos de maceração. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v.28, n.2, p.199-204,2006.

MANDELLI, F.; TAFFAREL, J.C.; ZANUS, M. C. Comportamento Meteorológico e sua Influência na Vindima de 2010 na Serra Gaúcha. Nota técnica, 2010. Disponível em: <http://www.confrariadovinho-bg.com.br>. Acesso em: 06 mar. 2015.

MANICA, Ivo.; POMMER, Celso. V. **Uva: do plantio a produção, pós-colheita e mercado.** Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 2006. 185 p.

MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 425-433, 2003.

MAXCHEIX, J. J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. The main phenolics of fruits. In Fruit Phenolics; CRC Press: Boca Raton, FL, 1990; p. 1-98.

MAZZA, G. Anthocyanins in grape and grape products. **Critical Review of Food science and Nutrition**, Boca Raton, v. 35, n. 4 p. 341-371, 1995.

MÄDER, P.; PFIFNER, L.; FLIESSBACH, A.;LÜTZOW, M. V.; MUNCH, J. C. Soil ecology: the impact of organics and conventional on soil biota and its significance for soil fertility. In: IFOAM INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE, 11., 1996. **Proceedings**... [S.l.: s.n.], 1996.

MELO,G. W. **Cultivo da videira niágara rosada em regiões tropicais do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 5).

MELO,G. W. Adubação e manejo do solo para a cultura da videira. **Capacitação Técnica em Viticultura**, **2014.** Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/adubvid.html, acesso em:24 jan.2015.

MELLO, L. M. R. de. **Vitivinicultura brasileira**: panorama 2012. Comunicado Técnico 137. 2013 Disponível em: http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/comunicado/cot137.pdf, acesso em: 22 nov.2014.

MENDES, Ieda Carvalho; REIS JUNIOR, Fábio Bueno; HUNGRIA, Mariangela; FERNANDES, Marcelo Ferreira; CHAER, Guilherme Montandon; MERCANTE, Fabio Martins; ZILLI, Jerri Édson. Microbiologia do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: FALEIRO, Fabio Gelape; ANDRADE, Solange Rocha Monteiro de.; REIS JUNIOR, Fábio Bueno dos (Eds.) **Biotecnologia, estado da arte e aplicações na agropecuária.** Planaltina-DF: Embrapa cerrados, 2011. p. 219-244.

MENDONÇA, Eduardo de Sá; MATOS, Eduardo da Silva. **Matéria Orgânica do Solo: métodos de análises**. Viçosa: UFV, 2005.107 p.

MEYERS, K. J.; WATKINS, C. B.; PRITTS, M. P.; LIU, R. H. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, p. 6887-6892, 2003.

MIELE, A.; FLORES, C.A.; FILIPPINI ALBA, J.M. Efeito da variabilidade espacial de solos no Vale dos Vinhedos na composição do vinho Merlot – Safra 2012. 2014. In:BERNARDI, A.C.C.; NAIME, J.M.; RESENDE, A.V.; BASSOI, L.H.;INAMASU, R.Y. (Ed.). **Agricultura de precisão:** resultados de um novo olhar. São Carlos: Embrapa Instrumentação,p.363-369, 2014.

MIELE, A.; FLORES, C.A.; FILIPPINI ALBA, J.M.; BADALOTTI, C.B. Efeito do tipo de solo nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do vinho.**Revista Brasileira de viticultura e enologia**, Bento Gonçalves, n°6, p. 40-47,2014.

MIELE, Alberto; MANDELLI, Francisco. **Sistemas de condução da videira**. Brasília: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 8 p.

MIRLEAN, N.; ROISENBERG, A.; CHIES, J. O. Copper-based fungicide contamination and metal distribution in Brazilian grape products. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,** New York, v. 75, p. 968-974, 2005.

MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas**: realizações e programas de trabalho. Pelotas: UFPEL,1986. 72 p.
MOTA, R.V.; SILVA, C.P.C.; CARMO, E.L.; FONSECA, A.R.; FAVERO, A.C.; PURGATO, E.; SHIGA, T.M.; REGINA, M.A. Composição de bagas de “Niágara

rosada” e “Folha-de-figo” relacionadas ao sistema de condução. **Revista Brasileira de Fruticultura,** Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1116-1126, 2010.

MONTEIRO, A.; LOPES C. M.; MACHADO, J. P.; FERNANDES, N.; ARAÚJO, A.; MOREIRA, A. Cover croppingon a sloping, non-irrigated vineyard: I. Effects on weed composition and dynamics. **Ciência e Técnica Vitivinicola**, Dois Portos, v. 23. n. 1, p. 29-36, 2008.

MOURA, J. A.; GONZAGA, M.I.S; ANJOS, J.L.; RODRIGUES, A.C. P; LEÃO, T. D. S; SANTOS, L. C.O. Respiração basal e relação de estratificação em solo cultivado com citros e tratado com resíduos orgânicos no estado de Sergipe. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 731-746, 2015

MOREIRA, Fátima Maria de Souza; SIQUEIRA,José Oswaldo. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras:UFLA, 2006. 729p.

MUÑOZ-ESPADA, A. C.; WOOD, K. V.; BORDELON, B.; WATKINS, B. A.Anthocyanin quantification and radical scavening capacity of Concord, Norton, and Marechal Foch Grapes and wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, p. 6779-6786, 2004.

NACHTIGAL, Jair Costa. **Uvas comuns**: **uma boa opção de cultivo para o Rio Grande do Sul.** 2008. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/imprensa/artigos>. Acesso em: 08 nov. 2014.

NEIRA, A, P. Cambios composicionales de labaya durante el proceso de maduraciòn y su importancia en lacalidad de la uva y elvino. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA. Ensenada, B.C. Mexico, **Anais...** ago 2005.

NORBERTO, P.M.; REGINA, M.A.; CHALFUN, N.N.J.; SOARES, A.M.; FERNANDES, V.B. Influência do sistema de condução na produção e qualidade dos frutos das videiras “Folha de Figo” e “Niágara Rosada” em Caldas, MG. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 2, p. 450-455, 2008.

OADES, J. M. The role of biology in the formation, estabilization and degradation of soil structure. **Geoderma**, Amsterdam, v. 56, n.1/4, p. 377-400, 1993.

PALMEIRA, P. R. T., PAULETTO, E. A., TEIXEIRA C. F. A.; GOMES A. S.; SILVA J. B.; Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n.2, p. 189-195, 1999.

PENTER, Felipe. **Efeito do raleio de cachos na qualidade da uva Cabernet Sauvignon produzida na serra catarinense.** 2006. 74f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal)-Centro de Ciências Agroveterinárias,Universidade do Estado de Santa Catarina, Santa Catarina, 2006.

PINELLI, L. D. O.; MORETTI, C. L.; SANTOS, M. S.; CAMPOS, A. B.; BRASILEIRO, A. V.; CÓRDOVA, A. C.; CHIARELLO, M. D. Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. **Journal of Food Composition and Analysis**, Amsterdam, v. 24, n. 1, p. 11–16, 2011.

PIMENTEL, B. M. V.; FRANCKI, M.; GOLLÜCKE, B. P. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Editora Varella, 2005.

PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E.; FOLEGATTI, M. V.; PIMENTEL, M. H. L.; FUJIWARA, M. Distribuição e profundidade do sistema radicular da videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...**Campina Grande: SBEA/UFPB. 1997. 1 CD-ROM

PREVEDELLO, Celso Luiz. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1996. 446 p.

PLOEG, Jan Douwe van der. **Sete teses sobre a agricultura Camponesa.** Rio de Janeiro:Brasil, 2009. 15 p.

POMAR, F.; NOVO, M.; MASA, A. Varietal differences among the anthocyanin profile of 50 red table grape cultivars studied by hight performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, Talanta, v.1094, p.34-41, 2005.

POMMER, Celso Valdevino. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Editora Cinco Continentes, 2003. 778 p.

PROTAS, J. F. S.; CAMARGO, U. A.; MELLO, L. M. R.A. Viticultura brasileira: realidade e perspectivas. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITIVULTURA E ENOLOGIA. 2002, Andradas. **Anais...**Caldas: EPAMIG, FECD, 2002. p.17-32.

PROTAS, J.F.S.; CAMARGO U. A., Vitivinicultura brasileira: panorama setorial de 2010. Bento Gonçalves: IBRAVIN; EMBRAPA Uva e Vinho, 2011. 109 p. Disponível

em: http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/livro/vitivinicultura.pdf . Acesso em: 22 nov. 2014.

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; ROLIM, G.S.; PEDRO Jr., M.J. Variações na anatomia foliar de videira Niágara em diferentes sistemas de condução. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 3, p. 488- 493, 2011.

RADÜNZ, André Luiz. **Avaliação das Variáveis Meteorológicas e do Manejo sobre a Qualidade e Produtividade de videiras cultivadas sob base familiar em Pelotas/RS**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade dos solos e sustenatabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência Ambiental**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 29-48, 2003.

RESENDE, J. T. V.; CAMARGO, L. K. P.; ARGANDOÑA, E. J. S.; MARCHESE, A.; CAMARGO, C. K. Sensory analysis and chemical characterization of strawberry fruits. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p. 371-374, 2008.

REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B. T.; DRURY, C. F.; TAN, C. S.; LU, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters. **Geoderma**, Amsterdam, v.110, n.1-2, p.131-146, 2002.

RIBÉREAU-GAYON, Pascal et al.**Tratado de enología**: química delvino, estabilización y tratamientos. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2002. p. 177-188.

RIZZON, L. A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 689-692, 2006.

RIZZON, L. A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J. Avaliação da uva cv. Bordô para a elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.1, p.115-121, 2000.

RIZZON, L.A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n.2, p. 192-198, 2002.

ROMBALDI, C.V.; FERRI, V.C.; BERGAMASCHI, M.; LUCHETTA, L.; ZANUZO, M.R. Produtividade e qualidade de uva, cv. Bordô (Ives), sob dois sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, p.519–521, 2004

ROSCOE, Renato; MERCANTE, Fábio Martins; SALTON, Julio Cesar. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 304p.

ROSIER, Jean Pierre; LOSSO, M. **Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: Vitivinicultura.** Santa Catarina: EPAGRI, Boletim Técnico 83, 1997, 41p.

SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.1 p.11–21, 2008.

SANTOS, Valdinar Bezerra dos. **Atributos de solos sob cultivo de frutíferas em sistemas de manejo convencional, em transição e orgânico no norte do estado do Piauí.**2010. 120 f. Tese (Doutorado em Agronomia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

SANTOS, V.B.; CASTILHOS, D. D. ; CASTILHOS, R. M.V.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. da S.; SILVA, D. G. da. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo.**Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 3, p. 333-338, 2004.

SCHNEID, L. Rural: Iniciativa resgata tradição de colonizadores. **Diário Popular** via internet - 2007. Disponível em: <www.diariopopular.com.br>. Acesso em: 27 out. 2014.

SHARMA, J.; SHIKHAMANY, S. D.; SINGH, R. K. Studies on inward leaf curl disorder in grape. **Indian Journal of Horticulture**, Lucknow, v. 60, n. 3, p. 236-238, 2003.

SILVA, I.F.; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilização de agregados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, n.2, p.113-117, 1997.

SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In:NOVAIS, G.N.; ALVAREZ, V.; V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, B. & NEVES, J.C.L., eds. Fertilidade do solo. Viçosa, MG, **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2007. p.275-374.

SILVA, R. R.; SILVA, M. L. N.; CARDOSO, E. L.; MOREIRA, F. M. S.; CURI, N.; ALOVISI, A. M. T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das Vertentes – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1585-1592, 2010.

SINGLETON, V.L; ROSSI, J.A.Jr. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.16, n. 3 p.144-158, 1965.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** Porto Alegre: SBCS, 2004. 394p.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; LIMA, C. V. S.; CARVALHO P. C. F.; MARTINS, A. P. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n. 1, p.79-88, 2010.

STRECK, Edemar Valdir; KÄMPF, Nestor; DALMOLIN,Ricardo Simão Diniz; KLAMT, Egon; NASCIMENTO, Paulo César do; SCHEIDER,Paulo; GIASSON, Elvio; PINTO, Luiz Fernando Spinelli. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222p.

SWAIN, T.; HILLIS, W.E. The phenolics constituents of prumus domestica: the quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.10, n.1, p.63-68, 1959.

TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009, 848p.

TANG, X.; LIU, S.; ZHOU, G.; ZHANG, D.; ZHOU, C. Soil atmoshpheric exchange of CO_2, CH_4, and N_2O efflux in three subtropical forest ecosystems in southern China. **Global Change Biology**, oxford, v. 12, n. 3, p. 546-560, 2006.

TAYLOR, Sterling. A.; ASHCROFT, Gaylen. L. **Physical edaphology** - The physics of irrigated and non irrigated soils. San Francisco: W.H. Freeman, 1972. 532p.

TECCHIO, M. A.; TEIXEIRA , L. A. J.; MOURA, M. F.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Atributos químicos do solo em vinhedos de 'Niagara Rosada' nas regiões de Jundiaí, São Miguel Arcanjo e Jales. Ambiência- **Revista do setor de ciências agrárias e ambientais**, Guarapuava, V. 8,n. 2, p. 345-359, 2012.

TECCHIO, M. A.; PIRES, E.J.P.; TERRA, M. M.; GRASSI FILHO, H.; CORRÊA, J. C.; VIEIRA, C. R. Y. I. Correlação entre a produtividade e os resultados de análise foliar e de solo em vinhedos de 'Niagara Rosada' . **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.6. p.1056-1064. 2006.

TEDESCO, Marino José; GIANELLO, G.; BISSANI, Carlos Alberto; BOHNEN, Humberto; VOLKWEISS, Sergio Jorge. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de Solos – UFRGS, 1995. 174p.

TERRA, M. M.; TECCHIO, M. A. Nutrição e Adubação para Uvas Rústicas. In: **Uvas Rústicas: Cultivo e processamento em regiões tropicais**. Jales. p.159-173. 2008.

TEISSEDRE, P. L.; LANDRAULT, N. Wine phenolics: contribution to dietary intake and bioavailability. **Food Research International**, Washington v. 33, n. 6, p. 461-467, 2000.

TERRA, M. M. Nutrição, calagem e Adubação. In: POMMER, C. V. (Ed). **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p.405-475.

THEODORO, Vanessa Cristina de Almeida**. Caracterização de sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional**. 2001, 214 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

THEODORO, V. C. A.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. Alterações químicas em solo submetido a diferentes formas de manejo do cafeeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 6 p.1039-1047, 2003.

TODA, F. M.; SANCHA, J. C.; LLOP, E. Estudio comparado del microclima luminoso en los sistemas de conducción em vaso y espaldera en Rioja. **Rivista di Viticoltura e di Enologia,** Treviso, v. 44, n. 4, p. 149-156, 1991.

TONIETTO, J. Diagnóstico nutricional das videiras Isabel e Concord através da análise foliar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 16, n. 1, p. 185-194, 1994.

TONIETTO, J. Valorização do Ecossistema. Importância da Regionalização Vitivinícola na Produção de Vinhos de Qualidade. In: VIII Viticultura and Enology Latin American Congress. Montevideo, Uruguay. **Anais**… 2001.p.11.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. **Tópicos Especiais em Ciências do Solo**, Viçosa, v. 2, n. 1, p. 196-275, 2002.

USDA – United States Department of Agriculture. **Soil Quality Test Kit Guide**. USA: USDA, 2001. 82p. Disponivel em: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051290.pdf . Acesso em: 23 fev. 2015.

VASCONCELLOS, Luiz Augusto Buzolin Cabral de. **Comportamento de porta-enxerto de citros (*Citrus* spp) em três tipos de solos com diferentes níveis de alumínio e manganês.** 1987. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

VAN DE WERF, H.; VERSTRAETE,W. Estimation of active soil microbial biomass by mathematical analysis of respiration: relation to conventional estimation of total biomass. **Soil Biology an Biochemistry**, Oxford, v.19, n.3, p.267-271,1987.

VAN LEEUWEN, C.; SEGUIN, G. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciéeparl'étathydrique du feuillage, sur le développement de l'appareilvégétatif et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* Variété Cabernet Franc, Saint-Emilion 1990). **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin,** Bordeaux, v.28, p. 81-110, 1994.

VAN LEEUWEN, C.; SEGUIN, G.The Concept of Terroir in Viticulture. **Journal of Wine Research**, Adelaide, v. 17, n.1, p. 1-10, 2006.

VAN LEEUWEN, C.; FRIANT, P.; CHONÉ, X.; TRÉGOAT, O.; KOUNDOURAS, S.; DUBOURDIEU, D. The influence of climate, soil and cultivar on terroir. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 55, n. 3 p. 207-217, 2004.

WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors witch influence microbialbiomass carbon and nitrogen levels in soil. **Biological Reviews**, Malden, v. 67, n. 3, p. 321-358, 1992.

WEINGERL, V.; KERIN, D. Distribution of zinc in vineyard areas treated with zinc containing phytopharmaceuticals. **Acta Chimica Slovenica***,* Slovenia, v. 47*,* p. 453-467, 2000.

WOHLENBERG, E.V.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação em rotação e em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.5, p.891-900, 2004.

WANG, H. CAO, G.; PRIOR, R. Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.45, n. 2, 304-309. 1997.

YODER, R.E. A direct method of aggregate analysis of soil and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal of America Society of Agronomy**, Madison, v.28, n. 5, p.337-357, 1936.

ZOECKLEIN, Bruce W. et al. **Análisis y producción de vino**. Zaragoza: Acribia, 2001. 613 p.