

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DO RIO GRANDE DO SUL - CAMPUS BENTO GONÇALVES

CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS-HÍDRICOS  
NUM CAMBISSOLO HÁPLICO CULTIVADO COM  
VIDEIRA NA SERRA GAÚCHA.

Bento Gonçalves, Dezembro de 2020

Anderson Luís Marques Pruvionelli

**CARACTERIZAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS-HÍDRICOS  
NUM CAMBISSOLO HÁPLICO CULTIVADO COM  
VIDEIRA NA SERRA GAÚCHA.**

Artigo científico apresentado junto ao curso de Especialização em Viticultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Bento Gonçalves, como requisito para obtenção do título de Especialista em Viticultura.

Orientador: Rodrigo Vieira Luciano

Bento Gonçalves, Dezembro de 2020

## RESUMO

Com o objetivo de caracterizar os atributos físicos-hídricos do solo foi avaliado um Cambissolo Háplico Alítico típico, cultivado com videira, o experimento foi implantado num vinhedo comercial com a variedade Chardonnay, enxertada sobre Paulsen 1103 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) no sistema de condução espaldeira, no município de Pinto Bandeira, localizado na Serra Gaúcha/RS. Foram coletadas amostras de solo nas profundidades 0-10 cm, 10-20 cm, em áreas na porção superior do camalhão a 40 cm do porta enxerto da videira para a coleta de amostras de solo com estrutura preservada e alterada. O delineamento utilizado foi em blocos inteiramente casualizado com diferentes números de repetições (Área 01 com 09 repetições e a área 02 com 6 repetições). Os dados dos atributos físicos do solo foram analisados pela estatística descritiva clássica, por meio da média e coeficiente de variação. Empregou-se o coeficiente de correlação simples de Pearson para detectar correlações entre os atributos físicos e volume de água disponível no solo. A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de significância. O software utilizado foi o Assistat 7.7. Houve diferença na porosidade total entre as duas áreas na camada de 0-10 cm, a densidade do solo (Ds) teve correlação positiva com a água disponível (AD)

**Palavras-chave:** densidade do solo, porosidade total, água armazenada.

## **CHARACTERIZATION OF PHYSICAL-WATER ATTRIBUTES OF SOIL CULTIVATED WITH VINE IN SERRA GAÚCHA.**

### **ABSTRACT**

In order to characterize the physical-water attributes of the soil, a typical Alitic Cambisol, cultivated with grape, was evaluated. The experiment was implanted in a vineyard with the Chardonnay variety, grafted on Paulsen 1103 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) in the conduction system. spreader, in the municipality of Pinto Bandeira, located in Serra Gaúcha / RS. Soil samples were collected at depths 0-10, 10-20 cm, in areas in the upper portion of the ridge 40 cm from the rootstock of the vine for the collection of soil samples with preserved and altered structure. The design used was in completely randomized blocks with different numbers of repetitions (Area 01 with 09 repetitions and area 02 with 6 repetitions). The data of the physical attributes of the soil were analyzed by classical descriptive statistics, by means of the mean and variation coefficient. Pearson's simple correlation coefficient was used to detect correlations between physical attributes and available water volume in the soil. The hypothesis of normality of the data was tested by the Shapiro-Wilk test at the level of 5% of significance. The software used was Assistat 7.7. There was a difference in total porosity between the two areas in the 0-10 cm layer, the density of the soil (Ds) had a positive correlation with the available water (AD)

Keywords: soil density, total porosity, stored water

## INTRODUÇÃO

A região Sul se destaca na produção de uvas no Brasil em 2018, apresentando um volume de 1.592.242 toneladas (58% do total colhido), considerando-se variedades de mesa e viníferas. Neste mesmo ano, só no Rio Grande do Sul (RS) foram colhidas 822.689 toneladas (KIST et al., 2018), correspondendo a 52% do total nacional. Atualmente existem seis regiões vitivinícolas no Estado do RS: Campanha (Bagé e Santana do Livramento), Serra do Sudeste (Pinheiro Machado e Encruzilhada do Sul), Jaguari (Jaguari), São José do Ouro (São José do Ouro), Rolante (Rolante e Riozinho) e Encosta Superior do Nordeste, conhecida como “Serra Gaúcha”.

De acordo com Mello & Machado, (2017) na região da Serra Gaúcha, a maioria dos vinhedos estão localizados nos 19 municípios da Microrregião de Caxias do Sul (MR Caxias), concentrando 79,7% das propriedades vitícolas do RS. Nesta MR estão localizados 32.305,98 hectares de vinhedos. No Rio Grande do Sul, a maior parcela da produção de uvas se destina para a produção de vinhos (92,68%), sendo o restante distribuído entre consumo in natura para o comércio varejista, processamento e consumo próprio, com 5,13%, 1,54% e 0,64%, respectivamente (MELLO; MACHADO, 2017).

As videiras podem ser cultivadas numa enorme variedade 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 a produção das uvas (LEEUEWEN & SEGUIN, 2006).

Os tipos de solo influenciam diretamente sobre a composição da uva e do vinho e são dependentes do tipo de rocha bem como dos demais fatores de formação Warmling (2017b). Segundo Leeuwen & Seguin (2006), em algumas regiões existe forte correlação entre a geologia e a qualidade dos vinhos produzidos.

Este trabalho teve por objetivo caracterizar alguns atributos físicos-hídricos num Cambissolo Háptico com videira no município de Pinto Bandeira na Serra Gaúcha/RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO, CLIMA E SOLO

O experimento foi implantado num vinhedo com a variedade Chardonnay, enxertada sobre Paulsen 1103 (*Vitis berlandieri* x *Vitis rupestris*) no sistema de condução espaldeira, no município de Pinto Bandeira, localizado na Serra Gaúcha. A latitude do local é de 29° 08'46 "S, a longitude de 51°25'35" W e a altitude média de 690 m. O clima do local, segundo a classificação de Köppen (1928) é Cfb mesotérmico, constantemente úmido, sem estação seca, com verão fresco (< 22° C). A temperatura média anual é de 17,2°C, sendo janeiro o mês mais quente, com temperatura média de 21,8°C, e junho o mais frio, com temperatura média de 12,8°C. A precipitação pluvial total anual é de 1.736 mm, sendo maio o mês com menor precipitação acumulada, com 107 mm, e setembro o mais chuvoso, com precipitação acumulada de 185 mm (EMBRAPA, 2008). No sistema mundial de classificação multicritério o clima da região é do ISO IH4 IF2, úmido, temperado quente, de noites temperadas (TONIETTO & CARBONNEAU, 2004). O solo avaliado foi um Cambissolo Háptico Alítico típico, horizonte A proeminente textura média fase pedregosa relevo ondulado, derivado de saprólito de basalto (FLORES et al. 2012).

### 2 COLETA DE SOLO E DETERMINAÇÕES FÍSICAS

Na vinícola comercial foi demarcada duas glebas para as avaliações segundo o micro relevo da área, sendo a área 01 e a área 02, onde foram demarcadas malhas regulares com 09 pontos georeferenciados na área 01 e 06 pontos na área 02 (Figura 01). O experimento iniciou no mês de março de 2017 para a coleta das análises físicas do solo, em cada ponto das duas malhas de amostragem foi aberto uma trincheira de 20 cm x 20 cm na porção superior do camalhão a 40 cm do porta enxerto da videira para a coleta de amostras de solo com estrutura preservada e alterada, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. Nos pontos amostrados foram realizadas leituras da profundidade efetiva do solo com auxílio do trado holandês, até atingir o impedimento físico (horizonte CR) sendo uma leitura por ponto amostrado.

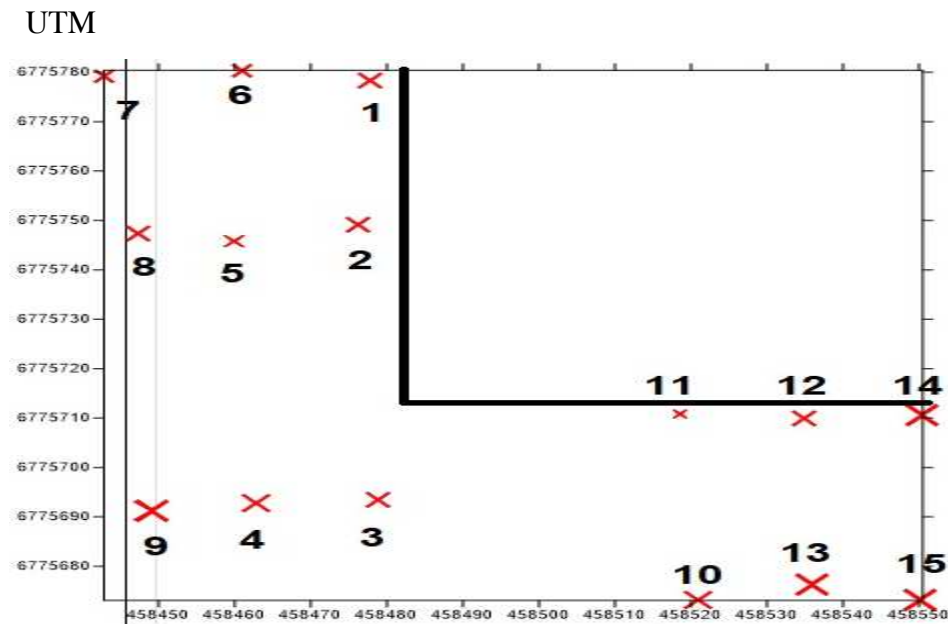


Figura 01 - Ilustração dos pontos amostrais de solo em coordenadas UTM ( área 1: pontos de 1 a 9 e área 2: pontos 10 a15) num vinhedo comercial com uvas da variedade Chardonnay, Pinto Bandeira, RS.

As análises físicas foram divididas em dois grupos, com estrutura alterada e preservada. Amostras com estrutura alterada foram secas ao ar, passadas em peneiradas de 2 mm para as determinações da granulometria do solo, densidade de partículas do solo e teor de matéria orgânica do solo. A granulometria do solo foi determinada pelo método da pipeta (GEE & BAUDER, 1986), através da dispersão em NaOH 1 mol L<sup>-1</sup> para determinação do teor de argila total, e a densidade de partículas (Dp) pelo método do balão volumétrico modificado (GUBIANI et al., 2006). O teor de matéria orgânica do solo foi determinado pelo método de Walkley & Black modificado por Tedesco et al. (1995), realizou-se as leituras em espectrofotômetro com filtro de transmissão máxima de 650 nm.

Para extração e confinamento das amostras com estrutura preservada, foram utilizados anéis metálicos com bordas cortantes, com volume de 50 cm<sup>3</sup> (5 cm de diâmetro e 2,5 cm de altura). O volume de total de poros foi calculado pela relação entre densidade do solo e densidade de partículas (EMBRAPA, 1997):

$$Pt = 1 - \left( \frac{Ds}{Dp} \right)$$

Onde: Pt = porosidade total (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>); Ds = densidade do solo (g cm<sup>-3</sup>) e Dp = densidade de partículas (g cm<sup>-3</sup>).

O volume de microporos foi determinado por meio de retenção de água após saturação da amostra do solo e submetidas às tensões de 6 kPa em mesa de tensão de areia, conforme EMBRAPA (1997). O volume de macroporos foi obtido pela diferença entre o volume de total de poros e o de microporos. A densidade foi determinada pela relação massa/volume, em base seca a 105 °C, foi determinada pelo método do anel volumétrico conforme Blake & Hartge (1986).

A armazenagem de água no perfil ( $A_L$  em mm, na camada de 0 a  $z$  mm) foi calculada conforme descrita em LIBARDI, (2005):

$$A_L = \int_0^L \theta(z) dz$$

Onde:  $\theta$  é a umidade do solo ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ),  $z$  é a coordenada vertical ou profundidade (mm), e  $A_L$  = armazenagem de água no solo (mm). Esta equação representa a lâmina em mm de água armazenada no perfil de profundidade de 0 a  $z$ , num determinado momento.

A porosidade de aeração foi calculada segundo Libardi, (2005):

$$P_a = P_t - \theta$$

Onde:  $P_a$  = Porosidade de aeração, ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ );  $P_t$  = porosidade total, ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ) e  $\theta$  = umidade volumétrica do solo, ( $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ ).

### 3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados dos atributos físicos do solo foram analisados pela estatística descritiva clássica, por meio da média e coeficiente de variação. Na análise do coeficiente de variação foi utilizada a classificação proposta por Pimentel-Gomes (1967), a qual considera a variabilidade estatística como baixa quando o coeficiente de variação for menor que 10%, média quando for entre 10% e menor e igual a 20%, alta variabilidade quando estiver entre 20% e menor e igual a 30% e muito alta quando estiver acima de 30%.

O coeficiente de correlação simples de Pearson foi empregado para detectar correlações entre os atributos físicos-hídricos do solo, e entre os atributos físicos e volume de água disponível no solo.



A hipótese de normalidade dos dados foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de significância. A análise empregada foi blocos inteiramente casualizado com diferentes números de repetições (pontos georeferenciados), sendo a Área 01 com 09 repetições e a área 02 com 6 repetições. As médias foram comparadas pelo teste “t”, ao nível de 5% de probabilidade. O software utilizado foi o Assistat 7.7 (SILVA, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de densidade do solo (Ds) na Área 01 foi de  $1,11 \text{ g cm}^{-3}$  e na Área 02  $1,19 \text{ g cm}^{-3}$ , não sendo observado diferenças entre as áreas nas camadas de solo avaliadas (Tabela 01). Isso é explicado pela correlação negativa existente entre a Ds e a porosidade total do solo ( $r = -0,86^{**}$ ). Rosa (2008) trabalhando em Bento Gonçalves - RS num Cambissolo Háptico, observou DS de  $0,97$  a  $1,35 \text{ g cm}^{-3}$  nas camadas 0-5 e 5-10 cm e os maiores valores foram observados na entrelinha em relação à linha de plantio.

Luciano (2012) observou num vinhedo em São Joaquim-SC valores médios de DS de  $0,76 \text{ g cm}^{-3}$  num Cambissolo Húmico e de  $1,09 \text{ g cm}^{-3}$  num Cambissolo Háptico para a camada 0-30 cm atribuindo os menores valores ao maior volume de macroporos e aos altos teores de carbono orgânico dos solos. As densidades médias das áreas estão dentro do limite crítico, relatado por Reichert et al. (2003) que encontraram valor  $1,56 \text{ g cm}^{-3}$  para solo franco siltoso, deste modo a Ds não ocasiona efeitos danosos ao desenvolvimento radicular das videiras no solo avaliado. Warmling (2017b) também encontrou valores de Ds em vinhedos inferiores aos valores críticos para os Cambissolos e Nitossolo do Planalto Sul Catarinense, não sendo observado restrições ao crescimento radicular das videiras.

Na Área 01 a porosidade total (Pt) média, na camada 0-20 cm, foi de  $0,48 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  não diferindo para a Área 02 ( $0,43 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ), sendo o mesmo comportamento observado para macroporosidade e microporosidade, cujo os volumes médios, na camada 0-20 cm, foram de  $0,21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e de  $0,27 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  na Área 01 e de  $0,17 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  e  $0,26 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$  na Área 02 respectivamente (Tabela 1). O maior volume de poros existentes nas áreas são explicados pelas correlações positivas entre Pt e teor de areia (Área 01 =  $0,90^{**}$  e Área 02 =  $0,84^*$ ) e entre volume de macroporos e o teor de areia (Área 01 =  $0,77^*$  e Área 02 =  $0,71^*$ ), a fração areia por possuir maior diâmetro e menor suscetibilidade a compactação em relação as outras frações do solo mantém maior espaçamento entre as partículas proporcionando maiores volumes de poros no solo. Warmling (2017b) trabalhando num vinhedo no Planalto Sul Catarinense observou maior volume de macroporos nas classes Cambissolo Húmico ( $0,19 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) e Nitossolo Bruno ( $0,21 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ). Segundo Xu et al. (1992), a porosidade total é inversamente proporcional a densidade e a macroporosidade do solo, sendo responsável

pela aeração do solo, infiltração e drenagem interna da água no perfil. Os macroporos tem maior sensibilidade aos efeitos dos sistemas de preparo e tráfego de máquinas (TORMENA et al., 1998). De acordo com Luciano (2012) nos vinhedos por não existir a mobilização do solo após o plantio de mudas, a redução dos macroporos em profundidade é devido ao aumento da densidade, a redução do teor de matéria orgânica e o adensamento natural que ocorre com as partículas do solo.

A porosidade de aeração (Pa) não diferiu nas duas áreas e em ambas as camadas foram superiores ao volume considerado crítico para aeração do solo ( $0,10 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ) (Tabela 1), esses resultados evidenciam, apesar de não existir o revolvimento do solo, que a demanda de oxigênio no solo é satisfatória para o pleno desenvolvimento das raízes das videiras. O volume adequado de Pa é dependente das condições climáticas da região, em regiões com alta precipitação pluviométrica o volume crítico deve ser aumentado (Thomasson, 1978). Lanyon et al. (2004) relataram que o desenvolvimento das raízes das videiras foi prejudicado quando o conteúdo de água no solo permaneceu próximo da saturação por longos períodos reduzindo drasticamente o volume da porosidade de aeração no solo. Warmling (2017a) também encontrou resultados semelhantes no Cambissolo e no Nitossolo do Planalto Sul Catarinense, não observou sintomas de falta de oxigênio nas videiras.

Tabela 1 - Análise de comparação de médias pelo teste “t”, dos atributos físicos-hídricos em duas áreas num Cambissolo Háplico, em um vinhedo com uvas da variedade Chardonnay, (para as camadas 0-10 e 10-20 cm), Pinto Bandeira (RS), 2018.

Atributo	0-10 cm			10-20 cm		
	Área 01	Área 02	CV (%) - W	Área 01	Área 02	CV (%) - W
Ds	1,02 a	1,14 a	11,6*	1,19 a	1,23 a	11,4*
Pt	0,50 a	0,44 b	9,4*	0,46 a	0,41 a	16,5*
Macro	0,25 a	0,19 a	26,0*	0,17 a	0,15 a	37,1*
Micro	0,25 a	0,26 a	15,8*	0,29 a	0,26 a	16,5*
Pa	0,25 a	0,19 a	26,6*	0,17 a	0,16 a	16,5*
Areia	195 a	211 a	39,0*	170 a	168 a	30,0*
Silte	601 a	603 a	10,8 *	565 a	569 a	8,0*
Argila	204 a	186 a	34,0 *	272 a	258 a	30,1*
MO	40,3 a	49,5 a	27,0 *	32,5 a	34,6 a	27,9*
AArm	52,9 b	56,7 a	5,9 *	58,5 a	58,9 a	5,2*

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste “t” ao nível de 5% ( $0,01 < p < 0,05$ ) de probabilidade. CV = coeficiente de variação, %; \* W = teste de normalidade de Shapiro-Wilk a 5%.

Ds = densidade do solo,  $\text{g cm}^{-3}$ ; Pt = porosidade total,  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; Macro = macroporosidade,  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; Micro = microporosidade,  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; Pa = porosidade de aeração,  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; CO = carbono orgânico total,  $\text{g kg}^{-1}$ ; Areia =,  $\text{g kg}^{-1}$ ; Silte =  $\text{g kg}^{-1}$ ; Argila =  $\text{g kg}^{-1}$ ; MO = matéria orgânica do solo,  $\text{g kg}^{-1}$ ; AArm = água armazenada, mm.

As frações granulométricas areia, silte e argila não diferiram nas duas áreas e em ambas as camadas do solo (Tabela 1). Isso é associado a misturas dos horizontes do solo no momento do preparo da área para a correção da acidez do solo e para o plantio das mudas de videira, tais fatores proporcionam no solo aumento da variabilidade espacial nas áreas classificadas em muito alta, comprovado pelos altos valores de coeficiente de variação dos teores de areia e argila (>30%). Luciano (2012) também encontrou muito alta variabilidade em vinhedos sob Cambissolos para os teores argila (33 e 33%) na Serra Catarinense.

Os altos teores médios de silte observados na Área 01 (583 g/kg<sup>1</sup>) e na Área 02 (586 g/kg<sup>1</sup>) são justificados pela existência do horizonte B incipiente, com menor grau de intemperismo e textura franco arenosa ou mais fina, observados nos Cambissolos do Vale dos Vinhedos de Bento Gonçalves – RS (Flores, et al. 2012). Em relação ao Tipo de Solo segundo o zoneamento de risco climático as Áreas foram classificadas em Tipo 2 (solos com 16 a 35% de argila e entre 15 e 70% de areia), sendo Áreas passíveis de financiamento e seguro agrícola, não existindo limitações hídricas e risco de perdas da safra da uva ao longo dos anos.

Na média das camadas do solo predominaram na Área 01 as classes franco-siltosa e franco-argilo-siltosa e na Área 02 a classe franco-siltosa (Figura 02). Luciano (2012) observou no Cambissolo Háptico do Planalto Sul Catarinense predomínio das classes franco-argilo-siltosa e franco-argilosa.

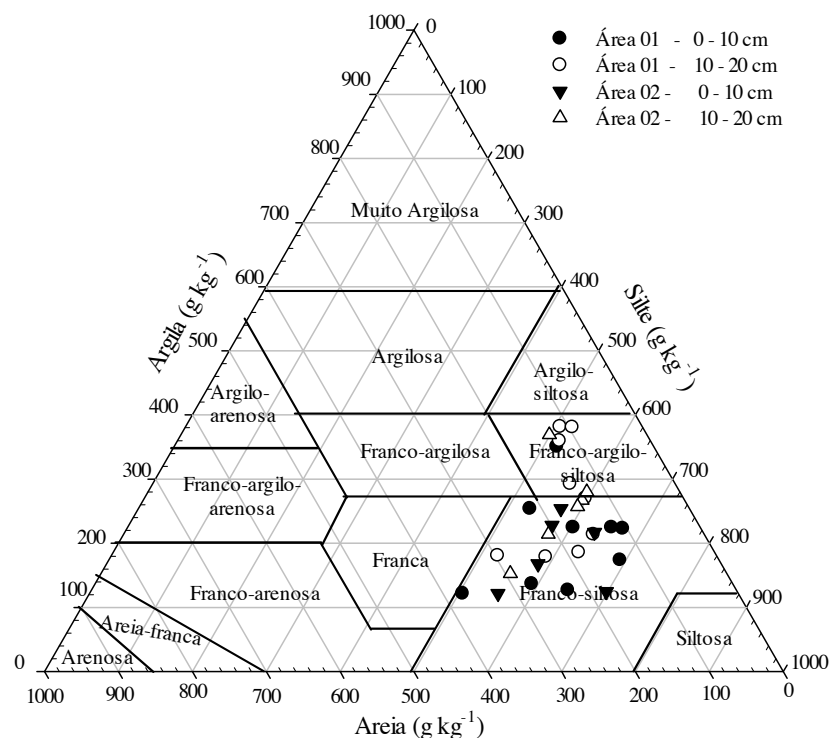


Figura 2 - Diagrama triangular utilizado para a classificação textural do solo adotado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2004) duas áreas num Cambissolo de Pinto Bandejas (RS) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm

A distribuição das frações granulométricas ao longo do perfil do solo são responsáveis pela dinâmica da água no solo e sua disponibilidade as plantas. Segundo Regina et al. (2006) a classificação granulométrica dos solos interferem nas características físico-químicas dos vinhos, sendo os solos com predomínio da fração areia podem produzir vinhos com características mais florais em relação aos solos com predomínio da fração argila. Segundo Fregoni (2005) fração argila proporciona vinhos ricos em extrato seco, alto coloração nos tintos, macios, de boa acidez e com conservação mais prolongada.

Os teores de matéria orgânica do solo (MO) foram classificados segundo os critérios da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (CQFS-RS/SC, 2016) em médios ( $26 - 50 \text{ g kg}^{-1}$ ) (Tabela 01), nas duas Áreas e nas duas camadas não houve diferença estatística, não sendo um fator limitante para o desenvolvimento das videiras. Os teores médios de MO são devido a maior taxa de decomposição pelos microrganismos ocasionada pelo aumento em seu metabolismo oriundo das altas temperaturas e alta pluviosidade observadas na região da Serra Gaúcha durante o ciclo vegetativo da videira. Flores et al. (2012) caracterizando os solos dos Vales dos Vinhedos observaram teores de MO variando de alto a médio e atribuíram essa variação em relação a posição

dos solos na paisagem e variação de altitude entre os perfis de solos amostrados. Regina et al. (2006) relatam que nos solos com alto teor de MO (>50,0 g/kg) pode ocorrer excesso de nitrogênio as videiras, que é prejudicial à boa fermentação e o equilíbrio do vinho fino, sendo nos vinhos observados altos níveis de albumina, instáveis e pobres em aromas.

A profundidade efetiva foi de 0,43 m na Área 1 e 0,48 m na Área 02 e não houve diferença significativa entre as áreas ( $CV = 29,5\% - W = *$ ). Isso é devido a baixo grau de intemperismo da rocha matriz dos Cambissolos da região da Serra Gaúcha, associada à grande pedregosidade (fragmentos de saprólito). A menor profundidade efetiva do solo pode reduzir o desenvolvimento radicular das videiras em profundidade, ocasionando um menor volume de solo explorado pelas raízes para o fornecimento de água e nutrientes. Luciano (2012) observou variabilidade espacial na profundidade efetiva em dois Cambissolos num vinhedo comercial em São Joaquim - SC, com variação na produtividade e qualidade da uva Cabernet Sauvignon atribuída oscilações no armazenamento de água em profundidade. Flores et al. (2012) relata que a variabilidade espacial dos tipos de solos resulta em vinhos com características distintas em cada local.

O volume de água armazenada diferiu entre as áreas na camada superficial do solo (Tabela 01). Isso pode ser atribuído as diferenças existentes entre as umidades na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente e relacionada a condutividade hidráulica saturada do solo na camada superficial. Tollner et al., 1984 relataram que o não revolvimento solo, com o passar dos anos, modifica a geometria porosa do solo aumentando a retenção e a disponibilidade de águas as plantas.

A disponibilidade de água no solo num vinhedo está relacionada as propriedades físicas do solo. Nas duas áreas foram observadas correlações negativas entre o volume de água armazenado (A<sub>Arm</sub>) x macroporosidade e não foram observadas correlação entre A<sub>Arm</sub> x microporosidade (Tabela 02). Nas áreas avaliadas, com classificação textural classes franco-siltosa e franco-argilo-siltosa, a densidade do solo (D<sub>s</sub>) teve correlação positiva com a AD, os pontos no solo com maior D<sub>s</sub> diminuíram o volume de poros (Pt e Macro), que ocasionou provavelmente a transportação dos macroporos em mesoporos, que aumentou a retenção e disponibilidade de água as videiras. A correlação negativa entre o armazenamento de água no solo e a macroporosidade em ambas as áreas é explicada pela menor atuação das forças capilares nos macroporos, as quais são responsáveis pela retenção da água nos poros capilares dos agregados.

Luciano (2012) observou correlação negativa entre AArm x macroporosidade e AArm x fração areia, ao longo de duas safras de uva num vinhedo comercial sob Cambissolos no Planalto Sul Catarinense.

Tabela 2 – Coeficientes de correlação de Pearson entre o armazenamento médio de água (mm) com a Densidade (Ds) ( $\text{g cm}^{-3}$ ), as porosidades ( $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ), a granulometria ( $\text{g kg}^{-1}$ ) e o teor de matéria orgânica (MO) ( $\text{g kg}^{-1}$ ) do Cambissolo nas linhas de plantio em um vinhedo com uvas da variedade Chardonnay, na camada 0-20 cm, Pinto Bandeira (RS), 2018.

Área 01									
	Ds	Pt	Macro	Micro	Pa	Areia	Silte	Argila	MO
AD	0,90**	-0,66	-0,76		-0,76	-0,68	ns	ns	ns
Área 02									
AD	0,81*	-0,91	-0,69		-0,68	ns	0,84*	ns	ns

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade. \* = significativo ao nível de 5% de probabilidade. ns= não significativo.

Ds = densidade do solo,  $\text{g cm}^{-3}$ ; Pt = porosidade total,  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; Macro = macroporosidade,  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; Micro = microporosidade,  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; Pa = porosidade total,  $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ ; CO = carbono orgânico total,  $\text{g kg}^{-1}$ ; Areia=,  $\text{g kg}^{-1}$ ; Silte =  $\text{g kg}^{-1}$ ; Argila =  $\text{g kg}^{-1}$ ; MO = matéria orgânica do solo,  $\text{g kg}^{-1}$ ; AArm = água armazenada, mm.

A fração areia na Área 01 teve correlação negativa com AArm. Isso se deve ao fato de a fração areia possuir menor área superficial específica ( $0,1 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ) em relação às demais frações granulométricas, que acarreta uma menor força de adsorção entre a água e as partículas do solo. A correlação negativa também está associada ao empacotamento irregular entre as partículas de areia e as demais frações granulométricas, as quais ocasionam a formação de macroporos com menor atuação das forças de capilaridade no armazenamento de água no solo. Luciano (2012), trabalhando em dois Cambissolos de São Joaquim - SC observou correlação negativos para areia.

A ausência de correlação entre AArm e a fração argila é justificada pela composição mineralógica da fração argila dos solos da Serra Gaúcha, onde predominam a caulinita, e em menor quantidade, a goethita (PEDRON, 2007). A alta precipitação na Serra Gaúcha é outro fator provável que justifica a ausência de correlação, entre o armazenamento e a fração argila, uma vez que as forças de adsorção e, principalmente, de capilaridade são atuantes quando há a secagem do solo (menor potencial matricial no solo).

A ausência de correlação entre o armazenamento de água e os teores de matéria orgânica do solo podem estar relacionados ao efeito do micro relevo das áreas e do fluxo de água preferencial que ocorre na superfície e interior do solo. Deste modo, é possível ter um maior armazenamento de água em pontos com menor teor de matéria orgânica no solo, por exemplo, se este ponto estiver em uma região com maior

concentração de água, devido ao formato do micro relevo, além da variabilidade espacial existentes na sequência dos horizontes e nas camadas do solo.

O armazenamento de água no solo é um parâmetro indispensável na vitivinicultura, pois afeta diretamente as características físico-químicas das uvas. Leeuwen et al. (2009) e Luciano et al. (2013) observaram que o maior volume de água armazenada no solo aumentou o crescimento das bagas das uvas viníferas e diminuiu a concentração de açúcares, o que afeta a composição do vinho.



## CONCLUSÕES

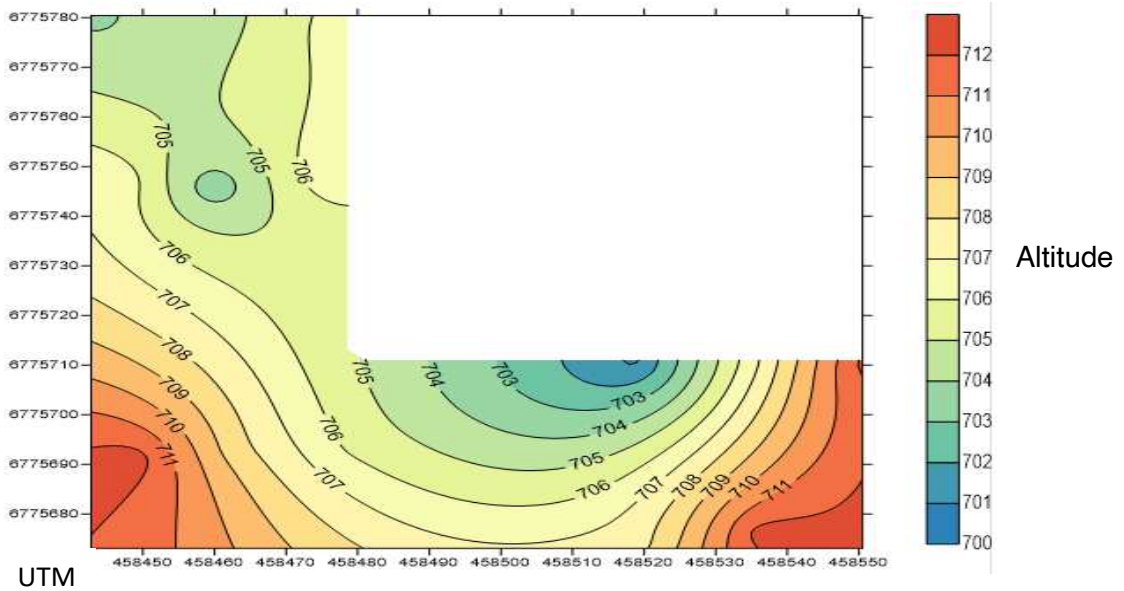
As amostras de solo caracterizam áreas de classificação textural franco-siltosa e franco-argilo-siltosa, a porosidade total diferiu entre as duas áreas na camada superficial de 0-10 cm.

A densidade do solo ( $D_s$ ) teve correlação positiva com a água disponível (AD), os pontos no solo com maior  $D_s$  diminuíram o volume de poros (Pt e Macro), ocasionando provavelmente a transformação dos macroporos em mesoporos, que aumentou a retenção e disponibilidade de água no solo.

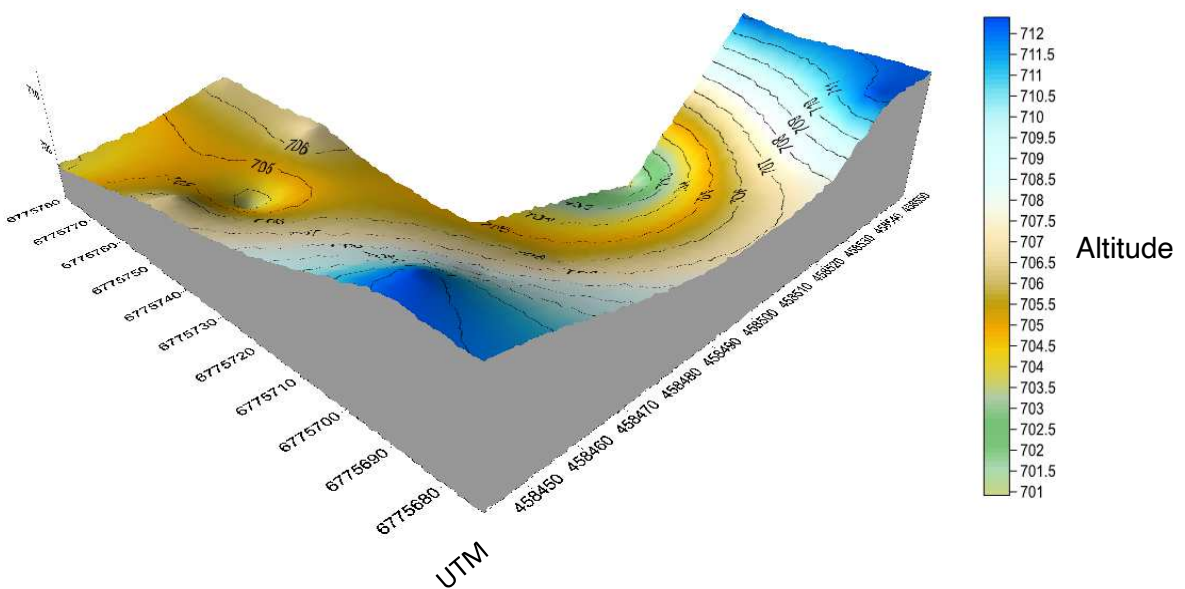
Mais trabalhos precisam ser realizados na área para estabelecer as variáveis que o solo implica na evapotranspiração do vinhedo e na qualidade final da uva e vinho produzido pela vinícola.

## ANEXOS

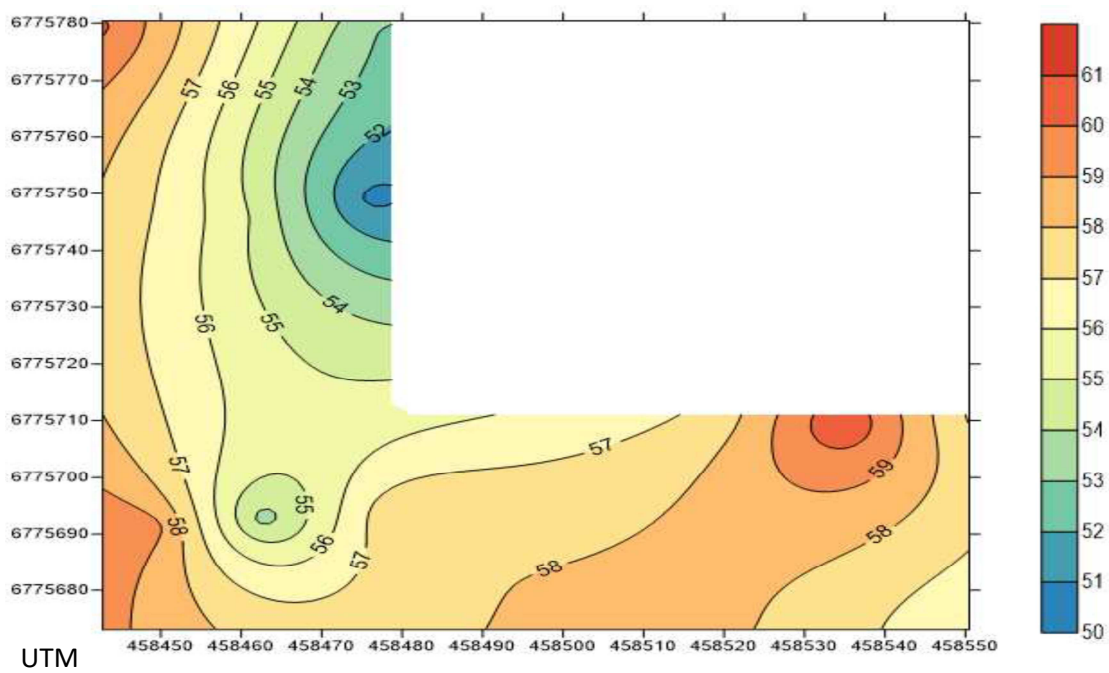
Anexo 1: Mapa planialtimétrico em coordenadas UTM de um Vinhedo comercial, no Município de Pinto Bandeira, RS.



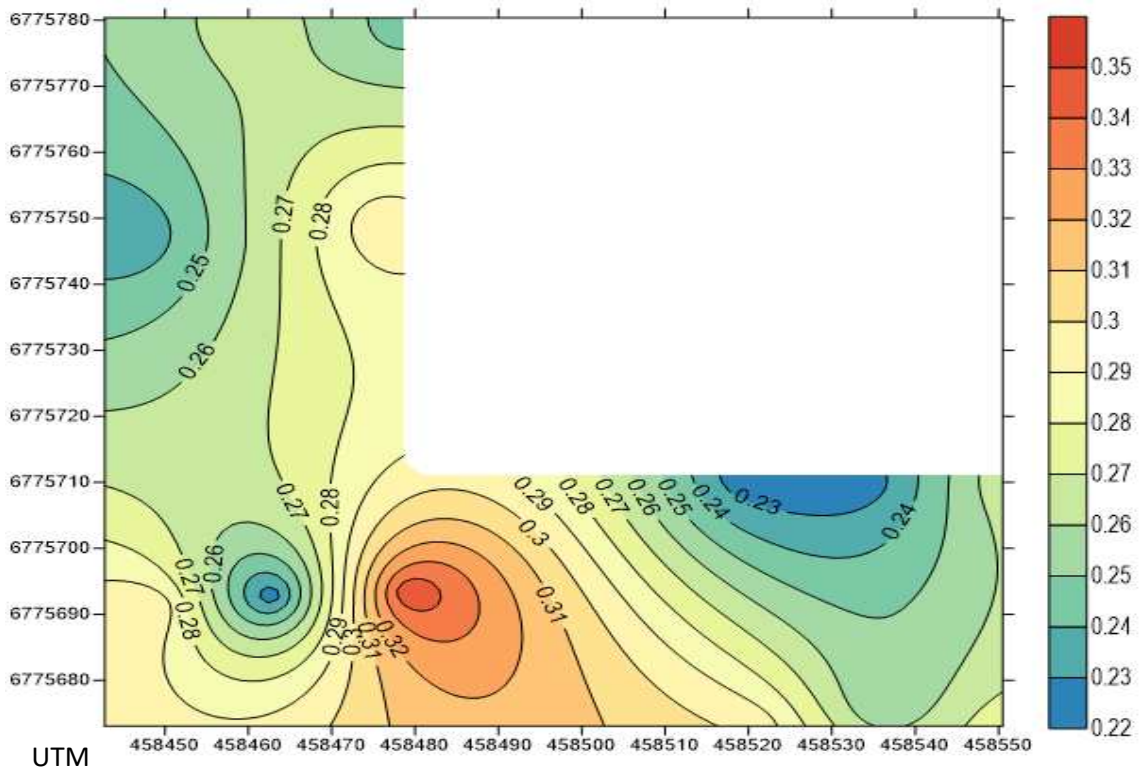
Anexo 2: Mapa planialtimétrico 3 D em coordenadas UTM de um Vinhedo comercial, no Município de Pinto Bandeira, RS.



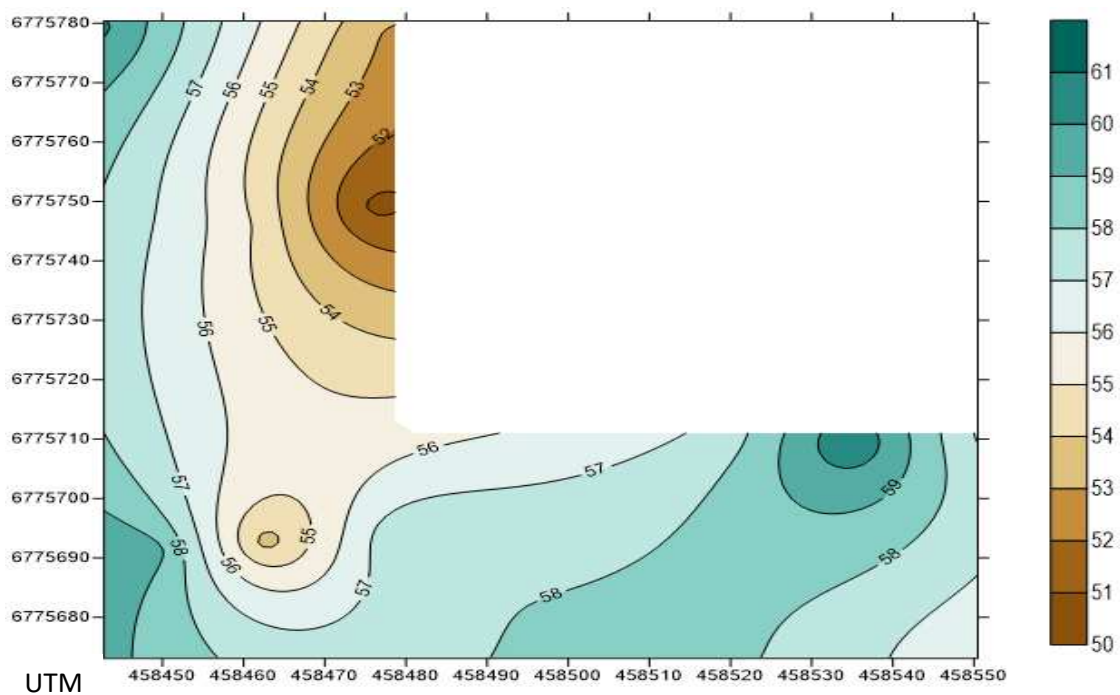
Anexo 3: Mapa com os teores de Matéria Orgânica ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) em coordenadas UTM de um Vinhedo comercial, no Município de Pinto Bandeira, RS.



Anexo 4: Mapa com os teores Microporosidade ( $\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$ ) em coordenadas UTM de um Vinhedo comercial, no Município de Pinto Bandeira, RS.



Anexo 5: Mapa com os teores de água disponível (mm) em um Vinhedo comercial, no Município de Pinto Bandeira, RS.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLAKE, G.R. & HARTGE, K.H. Bulk density. In: KLUTE, A., (Ed.). **Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods**. 2. ed. Madison, American Society of Agronomy, p. 363-375, 1986.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 212p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Normal climatológica: Estação Agroclimática da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS. Período de 1961 a 1990**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008.

FLORES, C.A.; PÖTTER, R.O.; SARMENTO, E.C.; WEBER, E.J.; HASENACK, H. **Os Solos do Vale dos Vinhedos**. Brasília, *Embrapa*, 2012. 177 p

FREGONI, M. **Viticultura di Qualità**. Verona, Editore Phytoline. 2005. 819 p.

GEE, G.W. & BAUDER, J.W. 1986. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. Methods of soil analysis. **American Society of Agronomy**, 1: 383-411

GUBIANI, P.I; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Método alternativo para a determinação da densidade de partículas do solo - exatidão, precisão e tempo de processamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v36, n.2, p.664-668, mar-abr, 2006.

KIST, B. B. et al. Anuário brasileiro de horti & fruti 2019. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2018. 96 p.

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.

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

LEEUWEN, C. van; TREGOAT, O.; CHONÉ, X.; BOIS, B.; PERNET, D.; GAUDILLÈRE, J.-P. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.43, p.121-134, 2009.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2005. 335 p.

LUCIANO, R.V. Lages, Universidade do Estado de Santa Catarina, 2012. 156 p. (Tese de Doutorado)

LUCIANO, R.V. et al. Condições meteorológicas e tipo de solo na composição da uva 'Cabernet Sauvignon'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 97-104, 2013.

MELLO, L. M. R.; MACHADO, C. A. E. **Cadastro vitícola do Rio Grande do Sul: 2013 a 2015**. Brasília: Embrapa, 2017. 85 p. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/cadastroviticola/rs-2013-2015/dados/obracompleta.html>  
Acesso em: 10 de Novembro 2020.

PEDRON, F.A. **Mineralogia, morfologia e classificação de saprolitos e Neossolos derivados de rochas vulcânicas no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, RS. 2007. 160 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, RS. 2007

PIMENTEL GOMES, F. **Iniciação À Estatística**- Livraria Nobel. 1967 205 p.

REGINA, M.A.; FRÁGUAS, J.C.; ALVARENGA, A.A.; SOUZA, C. R; AMORIM, D.A.; MOTA, R.V. & FÁVERO, A.C. Implantação e manejo do vinhedo para produção de vinhos de qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.27, n.234, p.16-31, 2006.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. & BRAIDA, J.A. Condições físicas de solos associadas à sua qualidade e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ci. Ambiente**, 27:29-48, 2003.

ROSA, J.D. Atributos químicos e físicos e produtividade de videiras sob manejos de plantas de cobertura. Dissertação (mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC, Lages, 2008. 58 p

SILVA, F. DE A. S. E. & AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat 7.7 Beta para o sistema operacional Windows. 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11<sup>a</sup> edição Porto Alegre, 2016. 376 p.

TEDESCO, J.M. Nitrogênio. In: GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; TEDESCO, J. M. **Princípios de Fertilidade do Solo**. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 73-98 p.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. & SÁ, J. C. M. Propriedades físicas do solo sob plantio direto influenciadas por calagem, preparo inicial e tráfego. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 301-309, 1998.

TONIETTO, J.; CARBONNEAU, A. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.124, p.81-97, 2004.

TONIETTO, J.; MANDELLI, F. Como organizar, promover y reconocer regiones de excelencia de producción de vinos: una experiencia de Brasil en indicadores geográficos. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA, 2. 2005, Ensenada, **Anais...** Ensenada: Inifap, 2005, p. 7-19.

THOMASSON, A.J. Towards an objective classification of soil structure. **Journal of Soil Science**, v.29, p.38-46, 1978.

TOLLNER, E. W.; HARGROVE, W. L.; LANGDALE, G. W. Influence of conventional and no-tillage practices on soil physical properties in the southern Piedmont. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.39, p.73-76, 1984.

XU, X.; NIEBER.; J. L. & GUPTA, S.C. Compaction effect on the gas diffusion coefficient in soils. **Soil Science Society of America Journal**. 56:1743-1750, 1992.

WARMLING, M. I. **Variabilidade espacial do solo e efeito da safra sobre a produtividade e composição da uva e do vinho no Planalto Catarinense**. 2017. Dissertação - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017. - a

WARMLING, M. T. **Condições meteorológicas, classe de solo e plantas de cobertura na produtividade e composição da uva cabernet sauvignon**. 2017. Tese - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2017. - b