

Comparação Entre Três Diferentes Métodos de Análise de Tecido Vegetal

Sandro Vaccaro¹

Eleandro José Brun²

Mauro Valdir Schumacher³

Flávia Gizele König⁴

Isabel Sandra Kleinpauf⁵

Denise Ester Ceconi⁶

RESUMO

O presente trabalho objetivou comparar três diferentes métodos de análise química de tecido vegetal: o de digestão nitro-perclórica, o método Tedesco et al. e o de Adler & Wilcox. Como material, foram analisadas três amostras da fração folhas da serapilheira coletada em cada um de dois fragmentos de Floresta Estacional Decidual. Os materiais foram coletados em agosto de 1990 na floresta do Morro do Elefante (Santa Maria, RS) e em agosto de 1995 na floresta de Santa Tereza, RS. As análises foram efetuadas no Laboratório de Ecologia Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria. Os resultados evidenciaram que os teores de P extraídos pelo método de Adler & Wilcox e pelo de digestão nitro-perclórica foram semelhantes. O teor de K extraído pelos três métodos foi semelhante. O método de digestão nitro-perclórica extraiu teores altíssimos de Ca e relativamente superiores de Mg. O método Tedesco et al. apresentou menor eficiência de extração para P, Ca e Mg. Apesar de o método de digestão nitro-perclórica apresentar maiores riscos de uso, possui maior eficiência de extração.

Palavras-chave: método de análise química, folhedo.

¹ Engenheiro Florestal, Doutor. vacarsan@terra.com.br

² Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal - Universidade Federal de Santa Maria/RS. eleandrojbrun@mail.ufsm.br

³ Engenheiro Florestal, Doutor, nat techn do Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal de Santa Maria/RS. schuma@ccr.ufsm.br

⁴ Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/ RS. flaviakonig@mail.ufsm.br

⁵ Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/ RS.

⁶ Engenheiro Florestal, Universidade Federal de Santa Maria/ RS.

Comparison among three different methods of vegetable tissue analysis

ABSTRACT

The objective of the present work was to compare three different methods of chemical analysis of vegetable tissue: the method of nitro-perchloric digestion, Tedesco et al. and Adler & Wilcox. As material was analyzed 03 samples of the fraction leaves of the litter collected in each one of the two Seasonal Deciduous Forest fragments, collected in August of 1990 in the forest of the "Hill of the Elephant" (Santa Maria city, RS) and in August of 1995 in Santa Tereza's forest, RS. The analyses were made at the Laboratory of Forest Ecology, in Department of Forest Sciences of UFSM. The results evidenced that the content of P extracted for the method of Adler & Wilcox and the nitro-perchloric digestion was similar. The contents of K extracted for the three methods were similar. The method of nitro-perchloric digestion extracted high contents of Ca and relatively superiors of Mg. The method Tedesco et al. it presented smaller extraction efficiency for P, Ca and Mg. In spite of the largest extraction efficiency, the method of digestion nitro-perchloric presents larger use risks.

Keywords: method of chemical analysis, litter.

1. INTRODUÇÃO

Na organização de um laboratório devem ser considerados alguns fatores como tipo de análises a serem realizadas, métodos analíticos a serem usados, quais os equipamentos disponíveis, o número de amostras a serem analisadas, o seu custo associado, etc (TEDESCO et al., 1995).

Na análise química de plantas, o que pode se dar através de diferentes métodos, determina-se, a partir de extração dos elementos dos tecidos vegetais, os teores dos elementos químicos considerados essenciais para o desenvolvimento dos vegetais e também os elementos considerados tóxicos para as plantas.

A análise de plantas é útil no monitoramento ambiental, uma vez que os vegetais constituem a ligação fundamental da cadeia alimentar da fauna superior. A absorção de nutrientes pelas plantas é, também, o melhor meio de se avaliar a disponibilidade de um nutriente ou composto aplicado ao solo (Tedesco et al., 1995).

Desta forma, os nutrientes que estão armazenados nas plantas, quando devolvidos ao solo através da ciclagem de nutrientes, participam de um intenso processo de movimentação chamado ciclagem biogeoquímica de nutrientes. Neste ciclo, os nutrientes liberados via decomposição da serapilheira no solo, são absorvidos novamente pelas raízes das plantas, sendo utilizados no seu crescimento.

Assim, a análise de tecidos vegetais dos diferentes componentes das árvores (folhas, ramos, troncos, casca, serapilheira, etc.) fornece indicativos do status nutricional dos vegetais de um determinado ecossistema. Tal fato é a base para a proposição de alternativas de seu uso sustentável.

Com base no exposto anteriormente, este trabalho objetivou comparar três diferentes métodos de análise de tecido vegetal: método de digestão nitro-perclórica, método de digestão com H_2O_2 e H_2SO_4 ou método Tedesco *et al.* e o método de Adler & Wilcox. Foram determinados os teores de P, K, Ca e Mg na fração de folhas da serapilheira proveniente de Floresta Estacional Decidual em estágio sucessional avançado de dois locais: Morro do Elefante (Santa Maria, RS) e Vale do Moinho Brun (Santa Tereza, RS).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado utilizando a fração folhas da serapilheira coletada de duas diferentes áreas de florestas maduras, pertencentes à formação Floresta Estacional Decidual. A primeira área situa-se na floresta do Morro do Elefante, Santa Maria (RS). As amostras foram coletadas em agosto/1990. A segunda área refere-se a um estágio de floresta madura, localizada no município de Santa Tereza (RS). As amostras foram coletadas em agosto/1995.

A floresta do Morro do Elefante, localizada próximo à cidade de Santa Maria, RS, (29°45' de Latitude Sul e 53°43' de Longitude Oeste) apresenta as espécies

Nectandra megapotamica, *Trichilia clausseii*, *Cupania vernalis*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Alchornea triplinervea*, *Prunus selowii* e *Allophylus edulis* como sendo as mais características e importantes do ecossistema florestal (MACHADO & LONGHI, 1990). O solo da área é classificado como sendo da classe dos Neossolo Litólico eutrófico chernozêmico (STRECK et al., 2002), com afloramentos de rochas e áreas íngremes. O Clima da região é subtropical úmido do tipo Cfa, de acordo com a classificação de Köppen, citada por Moreno (1961), com temperaturas médias anuais entre 17,9 e 19,2 e precipitação média anual entre 1400 e 1760 mm, bem distribuída ao longo do ano.

A floresta localizada no município de Santa Tereza, RS está situada entre as coordenadas 29°11'00" de latitude Sul e 51°43'40" de longitude Oeste, em altitude média de 280 m, exposição Oeste, com 4° de inclinação média. O clima da região é do tipo Cfa, segundo Köppen, citada por Moreno (1961), caracterizado por clima subtropical úmido, chuvas bem distribuídas ao longo do ano, temperaturas do mês mais frio entre -3° e 18°C, e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual é de aproximadamente 1800 mm. O solo da área é derivado de Rochas Efusivas Básicas da Formação Serra Geral, apresentando basalto como substrato. De acordo com a classificação de Streck et al. (2002) o mesmo pertence à classe dos Chernossolo Argiluvico férrico típico, A chernozêmico, textura argilosa, relevo ondulado, fase floresta subtropical subcaducifolia. As espécies mais importantes e características da área são: *Nectandra megapotamica*, *Gimnanthes concolor*, *Sorocea bomplandii*, *Calyptanthes tricona*, *Cabralea canjerana*, *Trichilia clausseii*, *Cupania vernalis*, *Schefflera morototoni* e *Trichilia elegans* (VACCARO, 1997).

O material foi coletado em 10 coletores de madeira com 1 m² de superfície, distribuídos sistematicamente em cada uma das florestas trabalhadas. Do material coletado, foi separada a fração folhas, formando uma amostra composta para cada floresta trabalhada. No laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, as amostras foram inicialmente secas em estufa por 72 horas. Após isso as mesmas foram moídas em moinho tipo "Willey", com peneira de 30 mesh (n° malhas/cm²). As amostras sofreram digestão obedecendo a metodologia proposta por cada método trabalhado, a seguir detalhada.

Digestão nitro-perclórica (segundo SARRUGE & HAAG, 1974)

Os passos recomendados e seguidos para a digestão das amostras por este método estão descritos abaixo de forma resumida:

- a) Pesar 1,000 g de amostra e colocar no tubo de digestão;
- b) Adicionar 6,0 ml de HNO_3 (ácido nítrico) concentrado;
- c) Deixar em repouso até o dia seguinte, em capela, cobertos com uma folha de papel limpo;
- d) Agitar manualmente cada tubo cuidando para que a mistura não fique aderida às paredes do mesmo;
- e) Aquecer a 80-90 °C por $\frac{1}{2}$ hora;
- f) Aumentar a temperatura a 120 °C. Neste ponto a solução irá desprender fortes vapores de óxidos de N (cor marrom);
- g) Manter a esta temperatura até restar 0,5 -1,0 ml de ácido, tomando-se cuidado de retirar os tubos que tendem a secar.
- h) Deixar esfriar 10 minutos, sobre placa de amianto ou madeira;
- i) Adicionar 1,0 ml de HClO_4 (ácido perclórico) concentrado;
- j) Aquecer a 180 –190 °C;
- k) Quando começar o desprendimento de vapor de HClO_4 (cor branca), colocar funis de 30 mm de diâmetro nos tubos de digestão, para evitar perda de ácido perclórico e secagem do material;
- l) Manter a esta temperatura por 2 horas;
- m) Deixar esfriar e adicionar um pouco de água destilada;
- n) Passar para balão volumétrico de 50 ml e adicionar água destilada até a marca de aferição;

Digestão com H₂O₂ e H₂SO₄ – Método Tedesco et al. (TEDESCO et al., 1995)

Os passos resumidos a seguir descrevem o método de digestão:

- a) Pesar 0,200 g de amostra e colocar em tubo de digestão, usando-se para isso funil de haste longa e diâmetro interno de 10 mm;
- b) Adicionar 1,0 ml de H₂O₂ 130 vol. (produto comercial);
- c) Adicionar 1,0 ml de H₂SO₄ (na capela, pelo fato de a reação ser rápida);
- d) Adicionar 0,7 g da mistura de digestão (composição: 100,0 g de sulfato de sódio (Na₂SO₄), 10,0 g de sulfato de cobre (CuSO₄), 1,0 g de selênio (Se)), usando medida calibrada e funil de haste longa, com diâmetro interno de 10 mm;
- e) Colocar em bloco digestor e manter a temperatura em 150 °C por 1/2 hora ou até evaporar a água;
- f) Aumentar a temperatura para 200 °C mantendo-a por 1/2 hora;
- g) Aumentar a temperatura para 250 °C mantendo-a por 1/2 hora;
- h) Aumentar a temperatura para 300 °C;
- i) Após clareamento (cor esverdeada), manter a esta temperatura por mais uma hora;
- j) Retirar os frascos do bloco e deixar esfriar sobre folha de amianto ou madeira, para evitar choque térmico;
- k) Adicionar água destilada até a marca de aferição (50 ml);
- l) Passar para fracos “*snap-cap*” de 90 ml. Deixar decantar por algumas horas antes de retirar as alíquotas para as determinações de P, K, Ca e Mg.

A adição prévia de H₂O₂ propicia uma prévia digestão da amostra ao adicionar H₂SO₄, em que a temperatura atinge 18–19 °C. Esta oxidação parcial de

compostos orgânicos evita a formação de espuma e freqüente perda de material após a adição de ácido sulfúrico, no início do aquecimento.

Esta metodologia permite que sejam determinados até 5 macro-elementos em uma única digestão, usando-se para isso H_2O_2 e H_2SO_4 com mistura de digestão. A recuperação ou leitura dos nutrientes é semelhante à obtida com os métodos de Kjeldahl para N e por digestão nitro-perclórica para os outros nutrientes (BREMNER; JOHNSON & ULRICH *apud* TEDESCO et al., 1995).

Método Adler & Wilcox (TEDESCO et al., 1985)

Os passos resumidos a seguir descrevem o método de digestão:

- a) Pesar 0,100 g de amostra e colocar em tubo de digestão;
- b) Adicionar 2,0 ml de H_2O_2 ;
- c) Adicionar 2,0 ml de H_2SO_4 ;
- d) Aquecer a 300 °C durante 1,5 horas;
- e) Deixar esfriar por 10 minutos sobre placa de amianto ou madeira;
- f) Adicionar mais 2,0 ml de H_2O_2 ;
- g) Aquecer a 350 °C durante 1,5 horas;
- h) Deixar esfriar e adicionar um pouco de água destilada;
- i) Passar para balão volumétrico de 50 ml e adicionar água destilada até a marca de aferição.

Determinação de fósforo

Os passos resumidos a seguir descrevem o método de determinação do P:

- Retirar 3,0 ml do extrato de digestão;

- Adicionar 3,0 ml de solução P-B (Molibdato de amônio: HCl 0,87M e $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$);
- Adicionar 3 gotas de solução P-C (ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfônico: 2,5 g + Sulfito de sódio (Na_2SO_3): 5,0 g + Metasulfito de sódio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$): 146,0 g);
- Agitar e esperar 15 minutos;
- Efetuar a leitura em espectrofotômetro convencional;
- Cálculos:
- $\text{cmol}_{(+)} / \text{L} = \text{diluição} \times \text{valor tabelado (relativo à leitura no aparelho)}$
- $\text{g kg}^{-1} = [\text{cmol}_{(+)} / \text{L} \times (\text{massa atômica} \times 10)] / 1000$

Por exemplo, no método Tedesco et al. utilizou-se 0,200 g de serapilheira e obteve-se 50 ml de extrato, computado inicialmente uma diluição de 250 vezes: $50 / 0,2 = 250$. Após, misturou-se uma alíquota de 3,0 ml de extrato com 3,0 ml de solução P-B para posterior leitura no espectrofotômetro convencional, ocorrendo mais uma diluição de duas vezes, totalizando, portanto, uma diluição de 500 vezes. A leitura da repetição nº 1 da amostra de Santa Tereza no espectrofotômetro foi de 73, equivalente a 0,00232 ppm de fósforo de acordo com tabela própria do aparelho. Assim, o teor de fósforo desta amostra foi de 1,16 $\text{cmol}_{(+)} / \text{L}$:

$$\text{cmol}_{(+)} / \text{L de P} = 500 \times 2,32 = 1,16 \text{ e}$$

$$\text{g kg}^{-1} \text{ de P} = (1,16 \times 310^*) / 1000 = 0,36$$

* massa atômica do elemento x 10.

Determinação de potássio

Os passos resumidos a seguir descrevem o método de determinação do K:

- Retira-se 3,0 ml de extrato de digestão;
- Efetua-se a leitura em fotômetro de chama.

- Cálculos:

Obtém-se o teor de potássio multiplicando-se a diluição pelo $\text{cmol}_{(+)}/\text{L}$ obtido a partir de uma regra de três relacionando a leitura do aparelho com sua calibração característica (leitura de 100 \rightarrow 20 $\text{cmol}_{(+)}/\text{L}$).

Por exemplo, no método Tedesco et al. a repetição n^o 1 da amostra de Santa Tereza sofreu uma diluição de 250 vezes (50 / 0,2 = 250). A leitura no fotômetro de chama foi de 74.

Então:

Leitura de 100 \rightarrow 20 $\text{cmol}_{(+)}/\text{L}$

Leitura de 74 \rightarrow X

X = 0,0148 $\text{cmol}_{(+)}/\text{L}$

Assim,

$\text{cmol}_{(+)}/\text{L}$ de K = 250 x 0,0148 = 3,7

g kg^{-1} de K = (3,7 x 390)/1000 = 1,44

Determinação de cálcio

Os passos resumidos a seguir descrevem o método de determinação do Ca:

- Retira-se 5 ml de extrato de digestão;
- Adiciona-se 5 ml de estrôncio (SrCl_2 0,3%);
- Efetua-se a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica;
- Cálculos:
- $\text{cmol}_{(+)}/\text{L}$ de Ca = diluição x coef. K x leitura

O coeficiente K é obtido a partir da curva de calibração do aparelho (soluções com concentração de Ca conhecidas *versus* absorbância do aparelho no momento de sua utilização). Por exemplo, no método Tedesco et al., o coeficiente K foi de 0,02672, obtido conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Curva de calibração do Ca no espectrofotômetro de absorção atômica e cálculo do coeficiente K.

Concentração (cmol ₍₊₎ /L)	Absorbância	Concentração/Absorbância
1	35	0,02857
3	109	0,02752
5	196	0,02551
7	268	0,02612
12	464	0,02586
Média = K		0,02672

Na repetição n° 1 da amostra de Santa Tereza, pelo método Tedesco et al., obteve-se um extrato com diluição inicial de 250 vezes ($50 / 0,2 = 250$). Após, misturou-se uma alíquota de 5,0 ml de extrato com 5,0 ml de estrôncio para posterior leitura no espectrofotômetro de absorção atômica, ocorrendo mais uma diluição de duas vezes, totalizando, portanto, 500 vezes de diluição. A leitura no aparelho foi de 0,440, assim:

$$\text{cmol}_{(+)}\text{/L de Ca} = 500 \times 0,02672 \times 0,440 = 5,88$$

$$\text{g kg}^{-1} \text{ de Ca} = (5,88 \times 400)/1000 = 2,35$$

Determinação de magnésio

Os passos resumidos a seguir descrevem o método de determinação do Mg:

- Retira-se 5,0 ml de extrato de digestão;
- Adiciona-se 5,0 ml de solução de Estrôncio (indicador);
- Realiza-se a leitura em espectrofotômetro de absorção atômica.
- Cálculos:

$$\text{cmol}_{(+)}\text{/L de Mg} = \text{diluição} \times \text{coef. K} \times \text{leitura}$$

O coeficiente K é obtido para o Mg da mesma forma do que para o Ca, a partir da curva de calibração do aparelho (soluções com concentração de Mg conhecidas versus absorbância do aparelho no momento de sua utilização). Por exemplo, no método Tedesco et al., o coeficiente K foi de 0,001146, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Curva de calibração do Mg no espectrofotômetro de absorção atômica e cálculo do coeficiente K.

Concentração (cmol ₍₊₎ /L)	Absorbância	Concentração/Absorbância
0,1	87	0,0011494
0,3	280	0,0010714
0,5	443	0,0011286
0,7	608	0,0011513
1,2	976	0,0012295
Média = K		0,001146

Na repetição n° 1 da amostra se Santa Tereza, pelo método Tedesco et al., obteve-se um extrato com diluição inicial de 250 vezes (50 / 0,2 = 250). Após, misturou-se uma alíquota de 5,0 ml de extrato com 5,0 ml de soluço de estrôncio para posterior leitura no espectrofotômetro de absorção atômica, ocorrendo mais uma diluição de duas vezes. Necessitou-se diluir a mistura de extrato + estrôncio em mais três vezes, para que as leituras no aparelho ficassem dentro da curva de calibração, totalizando, portanto, uma diluição de 1500 vezes (250 x 2 x 3 = 1500). A leitura no aparelho foi de 1,157.

Assim:

$$\text{cmol}_{(+)}\text{/L de Mg} = 1500 \times 0,001146 \times 1,157 = 1,99$$

$$\text{g kg}^{-1} \text{ de Mg} = (1,99 \times 243)/1000 = 0,48$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 encontram-se os valores relativos às concentrações de P, K, Ca e Mg, estimados para a serapilheira coletada em agosto de 1990, no Morro do Elefante (Santa Maria, RS) e a serapilheira coletada em agosto de 1995, em Santa Tereza, RS, determinados a partir dos métodos de digestão nitro-perclórica, Tedesco et al. e Alder & Wilcox, respectivamente.

O coeficiente de variação (CV%) para os elementos analisados apresentou níveis adequados, com exceção ao P, no método de Adler & Wilcox, para o folheto da floresta de Santa Tereza, que excedeu 10%. Estes valores adequados de CV% vêm a demonstrar a precisão das análises realizadas, em cada método.

Os dados demonstraram haver diferenças no teor de nutrientes das folhas provenientes dos diferentes locais de coleta e entre o método de análise utilizado.

Quanto ao local de coleta, para ambos os métodos de análise, os teores dos nutrientes foram maiores na serapilheira coletada no Morro do Elefante. Isso pode estar associado a condições edáficas, composição de espécies e sua capacidade de absorção de nutrientes do solo, etc.

Os teores extraídos de P foram maiores quando a digestão foi feita pelos métodos nitro-perclórica e de Adler & Wilcox. Através da análise estatística demonstrou-se que para a serapilheira de ambos os locais, os dois métodos acima foram superiores ao de Tedesco et al. na extração de P.

Tabela 3. Estimativa dos teores de P, K, Ca e Mg, expressos em g kg⁻¹, de duas procedências de serapilheira de Floresta Estacional Decidual (Morro do Elefante e Santa Tereza), a partir de três métodos de digestão.

Elemento	Método	Morro do Elefante		Santa Tereza	
		Média (g kg ⁻¹)	CV%	Média (g kg ⁻¹)	CV%
P	D. nitro-perclórica	1,20 a*	3,2	0,69 a	0,9
	Tedesco et al.	0,45 b	1,0	0,34 b	8,7
	Adler & Wilcox	1,24 a	1,2	0,88 a	17,4
K	D. nitro-perclórica	3,99 a	8,0	1,17 b	6,0
	Tedesco et al.	3,63 a	0,8	1,44 a	0,7
	Adler & Wilcox	3,45 a	2,4	1,33 ab	8,3
Ca	D. nitro-perclórica	19,04 a	2,1	13,21 a	4,5
	Tedesco et al.	2,78 b	1,1	2,96 b	0,5
	Adler & Wilcox	3,70 b	0,8	3,05 b	3,0
Mg	D. nitro-perclórica	1,12 a	1,7	0,78 a	4,8
	Tedesco et al.	0,62 c	1,3	0,49 c	1,7
	Adler & Wilcox	0,84 b	3,7	0,62 b	1,1

* Para cada elemento analisado e em cada local, médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

Quanto ao K, não houve diferença significativa entre o método de análise para a serapilheira coletada na floresta do Morro do Elefante. Para Santa Tereza, os métodos de Tedesco et al. e de Adler & Wilcox foram igualmente superiores na extração de K. Este último, porém, não diferiu do método de digestão nitro-perclórica.

Para o Ca, os teores extraídos pela digestão nitro-perclórica foram muito superiores aos dos outros dois métodos, sendo que estes últimos não diferiram entre si quanto ao poder de extração de nutrientes do tecido vegetal analisado.

A extração de Mg também foi superior para a digestão nitro-perclórica, apresentando em segundo lugar o método de Adler & Wilcox e em terceiro o método de Tedesco et al., o qual apresentou a menor eficiência de extração para P, Ca e Mg, somente sendo semelhante aos demais para o K.

O método de digestão nitro-perclórica apresenta alguns riscos de uso, sendo, por

conta disso, preferido por muitos laboratórios, apesar de o mesmo ter maior eficiência de extração de elementos.

Na comparação de dados encontrados na literatura, deve-se levar em conta o método usado na análise do tecido vegetal, uma vez que os mesmos têm eficiência diferenciada na extração dos elementos, o que pode gerar erros de interpretação de resultados, quando são comparados trabalhos que passaram por diferentes métodos de análise.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MACHADO, P. F. S.; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos e fitossociológicos do “Morro do Elefante”, Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 20, n. 3-4, p. 261-280, 1990.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 107 p.

TEDESCO, M. J.; VOLKWEISS, S. J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, 1985. Paginação irregular. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, 1995. 118 p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).

VACCARO, S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza - RS**. 1997. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.