

# Avaliação do índice S de qualidade física em solos cultivados com bananeira sob irrigação, em Bom Jesus da Lapa (BA) e no Norte de Minas Gerais

FERNANDA CRISTINA MELO<sup>(1)</sup>, LUCIANO DA SILVA SOUZA<sup>(2)</sup>, CAMILA DA SILVA DOURADO<sup>(1)</sup>, GENELÍCIO CRUSOÉ ROCHA<sup>(3)</sup> e ANA LÚCIA BORGES<sup>(2)</sup>

**RESUMO** – O índice S de qualidade física do solo, representado pela inclinação da curva de retenção de água no solo no seu ponto de inflexão, foi avaliado em dez perfis de diferentes solos cultivados com bananeira, em áreas sob irrigação em Bom Jesus da Lapa, Bahia (Projeto Formoso), e na Região Norte de Minas Gerais (Mocambinho e Nova Porteirinha). A curva de retenção de água foi determinada considerando as tensões de 10, 33, 100, 300 e 1500 kPa, e o índice S foi estimado com base nos parâmetros de ajuste da curva de retenção. O índice S foi maior nos solos PVAe (BA) e LVe1\_NP (MG), ambos com maiores teores de argila, e menor nos solos RQ\_M e LVAd\_M (MG), ambos com baixos teores de argila. No entanto, valores relativamente elevados foram observados nos solos arenosos RQ\_FB e RQ\_FS (BA), e valores baixos foram observados no solo LVe2\_NP (MG), com maior teor de argila. Não houve correlação do índice S com densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, argila e diâmetro médio ponderado de agregados. Isso sugere a necessidade da realização de mais estudos voltados para a utilização do índice S como um índice de qualidade física do solo, para condições de solos tropicais.

**Palavras-Chave:** (Qualidade Física do solo; Curva de Retenção de Água, Ponto de Inflexão)

## Introdução

Dentre as diversas propostas de avaliação da qualidade do solo, Dexter [1,2,3] propõe o índice S, para quantificar a qualidade física do solo, o qual é obtido por meio da curva de retenção da água no solo. De acordo com a teoria proposta, havendo degradação física do solo espera-se mudança na forma da curva de retenção e, conseqüentemente, redução da declividade no ponto de inflexão da curva, sendo essa, portanto, uma importante função indicadora da qualidade física do solo para a produção vegetal.

A prática da agricultura sustentável exige o monitoramento da qualidade física do solo como indicativo crítico dos sistemas de manejo. Devido a essa necessidade, a conceituação de qualidade do solo

foi enfatizada na década de 1990, variando as definições em formas simplificadas como aptidão para o uso [4], até formas mais complexas [5]. Esses mesmos autores referenciam o conceito de Doran e Parkin [6], que define qualidade do solo como a capacidade do mesmo em fornecer nutrientes às plantas, sustentar a produtividade biológica de um ecossistema natural ou um agroecossistema, manter sua qualidade ambiental, regular o fluxo de água e solutos e promover aos seres vivos qualidade de vida e sustentabilidade para as gerações futuras.

A qualidade do solo deve ser inferida de medidas de propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, referidas como indicadores [7, 5]. Para tanto, a qualidade do solo quantifica as potencialidades como também os limites do solo, por meio de indicadores que são integrados em um único índice, servindo para detectar utilização incorreta do agroecossistema e promover adaptações que venham a favorecer a produção agrícola e proporcionar maior qualidade ao ambiente e aos seres vivos.

Dentre as propriedades físicas do solo, a estrutura é a mais sensível ao manejo e pode ser analisada segundo variáveis relacionadas à sua forma [8], e a sua degradação pode comprometer o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, a produção agrícola [9], visto que as culturas exigem um sistema poroso com condições para suprir a parte aérea com água, nutrientes e ar e prover-lhes sustentação mecânica [10].

De modo geral, com o aumento da intensidade de cultivo tem sido observada alteração no tamanho dos agregados do solo, aumento da sua densidade, redução da porosidade total e aumento da resistência do solo à penetração [8].

Para a correta aplicação do conceito de qualidade do solo, seus métodos de mensuração exigem a escolha da função a ser avaliada, a definição dos processos que a descrevem, a escolha dos indicadores relacionados aos atributos em estudo e as metodologias para medi-los.

Geralmente, a qualidade física assume importância na avaliação do grau de degradação do solo e na identificação de práticas de uso sustentáveis, pois tem afetado significativamente as qualidades químicas e biológicas, já que uma depende da outra, ou seja, melhorando a qualidade física de determinado solo, indiretamente está-se

<sup>(1)</sup> Graduanda em Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Universitário de Cruz das Almas, Cruz das Almas, BA, CEP 44380-000. e-mail: fcristinamelo@gmail.com.

<sup>(2)</sup> Pesquisador(a) da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Rua Embrapa, s/n, Cruz das Almas, BA, CEP 44380-000. E-mail: lsouza@cnpmf.embrapa.br, analucia@cnpmf.embrapa.br.

<sup>(3)</sup> Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Campus da UFV, Viçosa, MG, CEP - 36570-000. E-mail: genelicio.rocha@ufv.br.

contribuindo para a melhoria das suas condições biológicas e químicas [1].

A água afeta diretamente a produção das culturas, podendo favorecer, quando em teores ideais, o controle da temperatura e a permeabilidade que, conjuntamente, reflete na regulação do crescimento e funcionalidade das raízes. Todavia, como a saturação de água e a aeração são inversamente proporcionais, o excesso do primeiro poderá resultar em taxa de difusão e conteúdo de oxigênios reduzidos [5].

A curva de retenção de água estabelece a relação entre o teor de água e a energia com a qual ela está retida no solo. Essa curva é de muita importância, na medida em que dá idéia da disponibilidade da água no solo e da sua distribuição nos poros do solo. Havendo degradação física do solo, sempre haverá uma mudança na forma da curva, sendo esta, portanto, uma importante função indicadora da qualidade do solo para a produção vegetal. O índice S, representado pela declividade no ponto de inflexão da curva de retenção, sofre alteração no seu valor quando da alteração na estrutura do solo [1]. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade física do solo por meio do índice S, em solos cultivados com bananeira, em áreas sob irrigação em Bom Jesus da Lapa, Bahia (Projeto Formoso), e na Região Norte de Minas Gerais (Mocambinho e Nova Porteirinha).

## Material e Métodos

Foram selecionados dez perfis de diferentes solos cultivados com bananeira para coleta das amostras de solo, assim classificados:

- Neossolo Quartzarênico (RQ) – Bom Jesus da Lapa-BA (dois) e Mocambinho-MG.
- Neossolo Flúvico (RF) – Nova Porteirinha-MG.
- Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (LVAd) – Bom Jesus da Lapa-BA e Mocambinho-MG.
- Latossolo Vermelho eutrófico (LVe) – Nova Porteirinha-MG (dois).
- Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico (PVAd) – Bom Jesus da Lapa-BA.
- Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico (PVAe) – Bom Jesus da Lapa-BA.

As profundidades de amostragem foram definidas com base nas observações morfológicas (cor, textura e estrutura) dos perfis a campo e/ou na separação dos horizontes dos referidos solos.

A curva de retenção de água foi determinada de acordo com o procedimento descrito em EMBRAPA [11], considerando as tensões de 10, 33, 100, 300 e 1500 kPa.

Os pares de dados de umidade e potencial mátrico obtidos foram ajustados ao modelo de van Genuchten [12], descrito matematicamente como:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha \psi_m)^n]^m} \quad (1)$$

em que  $\theta$  é o conteúdo de água do solo ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ );  $\theta_s$  é o conteúdo de água na saturação ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ );  $\theta_r$  é o conteúdo de água residual ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ );  $\Psi_m$  é o potencial mátrico (kPa); e  $\alpha$ ,  $n$  e  $m$  são os coeficientes de ajuste da equação.

Para o cálculo do índice S de qualidade física do solo, que reflete a inclinação no ponto de inflexão da curva de retenção de água no solo, utilizou-se a equação estabelecida por Dexter [1]:

$$S = -n \cdot (\theta_s - \theta_r) \cdot \left[1 + \frac{1}{m}\right]^{-(1+m)} \quad (2)$$

em que S é a inclinação no ponto de inflexão da curva de retenção;  $\theta_s$  e  $\theta_r$  são, respectivamente, a umidade de saturação e a residual; e  $m$  e  $n$  são parâmetros de ajuste da equação de van Genuchten [12].

## Resultados

Os valores do índice S para os solos avaliados são apresentados na tabela 1, juntamente com vários atributos físicos (densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, argila e diâmetro médio ponderado de agregados).

Gráficos de correlação do índice S com os atributos físicos citados são apresentados na figura 1.

## Discussão

De acordo com a teoria proposta por Dexter [1], quanto menor a inclinação da curva de retenção no ponto de inflexão menor é a qualidade estrutural do solo, visto que o índice S é uma medida da microestrutura do solo; à medida que aumenta a inclinação da curva, mais estruturado e agregado estará o solo.

Dexter [1] apresenta seguintes limites críticos para o índice S: a)  $S < 0,020$  – condições físicas deficientes do solo no campo, sem crescimento radicular; b)  $0,020 < S < 0,035$  – presença de poucas raízes; e c)  $S > 0,035$  – solos com boa qualidade estrutural, adequado crescimento radicular.

Apenas os solos RQ\_M e LVAd\_M (MG) apresentaram valores de S inferiores a 0,020 (Tabela 1), corroborando a baixa qualidade estrutural de tais solos, observada a campo.

Como era esperado, baixos valores de S foram observados para os solos PVAd (BA) e RF\_NP (MG); estranhamente, baixos valores foram também detectados para o LVe2\_NP (MG), para o qual esperavam valores altos e semelhantes aos do solo LVe1\_NP (MG), ambos com atributos físicos semelhantes.

Valores de S altos e inesperados foram observados para os solos RQ\_FB e RQ\_FS (BA), ambos com baixa qualidade estrutural observada a campo.

É oportuno informar que maiores produtividades de banana têm sido obtidas nos solos PVAe (BA) e LVe1\_NP e LVe2\_NP (MG), produtividades intermediárias nos solos LVAd e PVAd (BA) e LVAd\_M e RF\_NP (MG) e menores produtividades nos solos RQ\_FB e RQ\_FS (BA) e RQ\_M (MG).

Dexter [ ] encontrou redução de S com o aumento da densidade do solo e do teor de argila. No presente caso, não foram observadas correlações do índice S com

densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, argila e diâmetro médio ponderado de agregados (Figura 1).

### Conclusões

O índice S foi maior nos solos PVAe (BA) e LVe1\_NP (MG), ambos com maiores teores de argila, e menor nos solos RQ\_M e LVAd\_M (MG), ambos com baixos teores de argila. No entanto, valores relativamente elevados foram observados nos solos RQ\_FB e RQ\_FS (BA), ambos com textura arenosa, e valores baixos foram observados no solo LVe2\_NP (MG), com maiores teores de argila.

Não houve correlação do índice s com densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, argila e diâmetro médio ponderado de agregados.

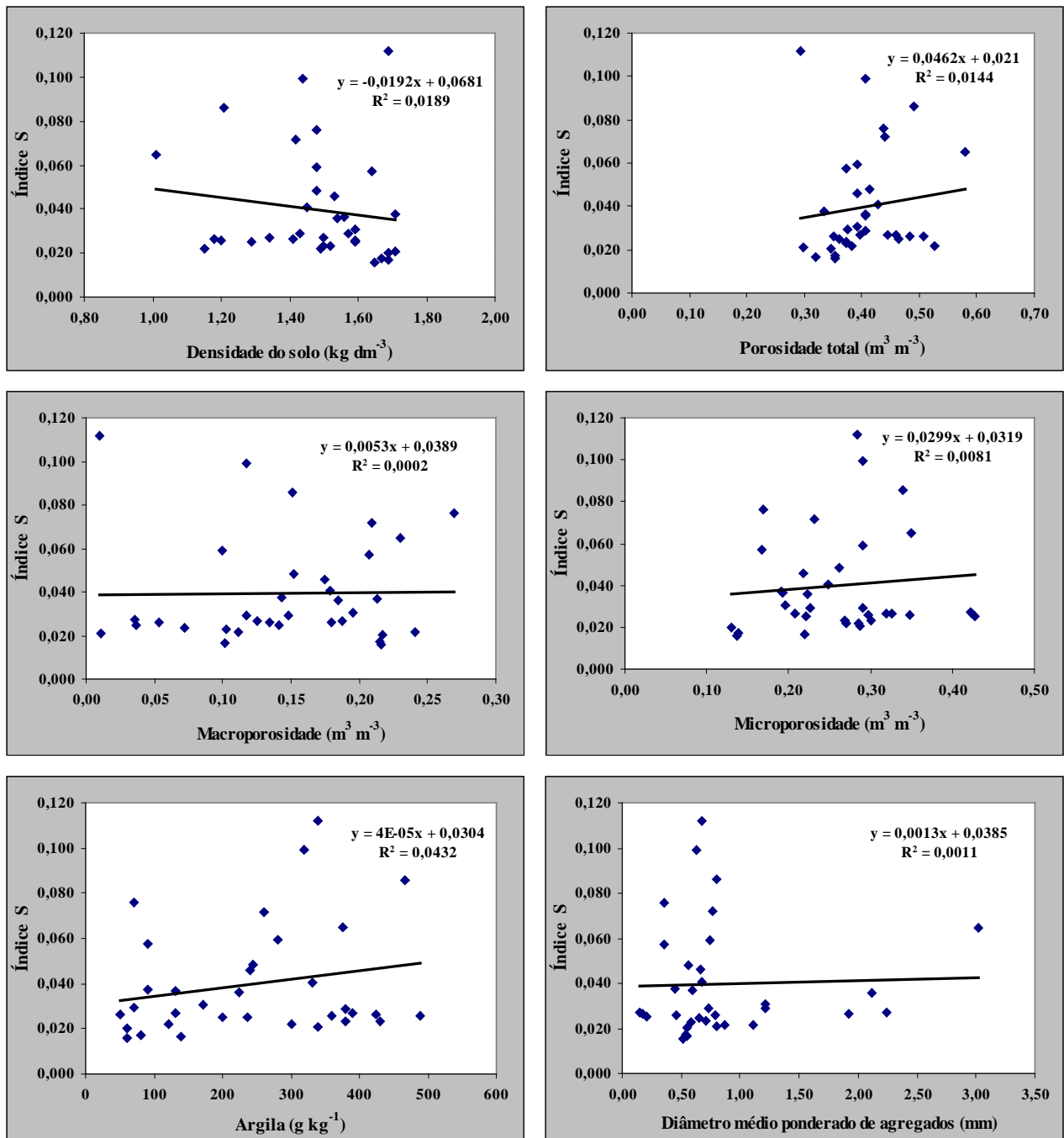
Isso sugere a necessidade da realização de mais estudos voltados para a utilização do índice S como um índice de qualidade física do solo, para condições de solos tropicais.

### Referências

- [1] DEXTER, A. R. 2004a. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120:201-214.
- [2] DEXTER, A. R. 2004b. Soil physical quality. Part II. Friability, tillage, filth and hard-setting. *Geoderma*, 120:215-225.
- [3] DEXTER, A. R. 2004c. Soil physical quality. Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. *Geoderma*, 120:227-239.
- [4] LARSON, W.E.; PIERCE, F.J. 1991. Conservation and enhancement of soil quality. In: Evaluation on for Sustainable Land Management in the Developing World. ISBRAM. Proc. 12(2) Int. Board for Soil Res. And Management. Bangkok, Tailândia. Vol 2.
- [5] REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA J. A. 2003. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. *Revista Ciência e Ambiente*, Santa Maria, 27:29-48.
- [6] DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., (Ed.) *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison: Soil Science Society of America. p. 1-20. (Special Publication, 35).
- [7] SEYBOLD, C. A.; HERRICK, J. E.; BREDJA, J. J. 1998. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. *Soil Science*, Madison, 164:224-233.
- [8] ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J. PETRERE, C. & FONTINELLI, F. 1995. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 19:115-119.
- [9] RICHART, A.; TAVARES FILHO, J.; BRITO, O. R.; LLANILLO, R. F.; FERREIRA, R. 2005. Compactação do solo: Causas e efeitos. *Semina*, 321-344.
- [10] FIDALSKI, J.; TORMENA, C.A. & SCAPIM, C.A. 2007. Espacialização vertical e horizontal dos indicadores de qualidade para um Latossolo Vermelho cultivado com citros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 31:9-19.
- [11] EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1997. *Manual de métodos de análise de solo*. 2.ed. ver. atual. Rio de Janeiro. 212p.
- [12] VAN GENUCHTEN, M. A. 1980. Closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 44:892-898p.

**Tabela 1.** Valores de densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (Mp), microporosidade (mp), argila, diâmetro médio ponderado de agregados (DMP) e índice S em solos cultivados com bananeira, em áreas sob irrigação em Bom Jesus da Lapa, Bahia (Projeto Formoso), e na Região Norte de Minas Gerais (Mocaminho e Nova Porteirinha).

Solo	Prof.	Ds	PT	Mp	mp	Argila	DMP	S
	----- m -----	-- kg dm <sup>-3</sup> --	----- m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> -----	----- m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> -----	----- m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> -----	-- g kg <sup>-1</sup> --	--- mm ---	
<b>Bom Jesus da Lapa-BA</b>								
RQ_FB	0-0,11	1,57	0,3753	0,1485	0,2268	71	1,21	0,029
	0,11-0,38	1,71	0,3335	0,1428	0,1907	90	0,45	0,037
	0,38-1,00	1,59	0,3920	0,1956	0,1964	172	1,21	0,031
RQ_FS	0-0,16	1,48	0,4378	0,2697	0,1681	70	0,36	0,076
	0,16-0,46	1,64	0,3733	0,2068	0,1665	90	0,36	0,057
	0,46-1,20	1,56	0,4063	0,2131	0,1932	131	0,59	0,037
LVAd	0-0,13	1,50	0,3961	0,1877	0,2084	131	2,24	0,027
	0,13-0,49	1,54	0,4074	0,1842	0,2232	224	2,12	0,036
	0,49-1,00	1,48	0,4129	0,1517	0,2612	244	0,56	0,048
PVAd	0-0,12	1,15	0,5269	0,2407	0,2862	122	1,11	0,022
	0,12-0,22	1,59	0,3620	0,1412	0,2208	236	0,65	0,025
	0,22-0,85	1,45	0,4276	0,1791	0,2485	332	0,67	0,041
PV Ae	0-0,13	1,01	0,5796	0,2304	0,3492	375	3,02	0,065
	0,13-0,28	1,18	0,5065	0,1800	0,3265	425	1,92	0,026
	0,28-0,50	1,21	0,4898	0,1507	0,3391	467	0,8	0,086
	0,50-1,00	1,20	0,4828	0,1346	0,3482	488	0,79	0,026
<b>Região Norte de Minas Gerais</b>								
RQ_M	0-0,20	1,65	0,3530	0,2160	0,1370	60	0,52	0,016
	0,20-0,40	1,69	0,3470	0,2170	0,1300	60	0,55	0,020
	0,40-0,60	1,67	0,3530	0,2150	0,1380	80	0,54	0,017
LVAd_M	0-0,20	1,69	0,3210	0,1020	0,2190	140	0,55	0,017
	0,20-0,40	1,53	0,3930	0,1750	0,2180	240	0,66	0,046
	0,40-0,60	1,42	0,4410	0,2090	0,2320	260	0,77	0,072
LVe_NP	0-0,10	1,48	0,3910	0,1000	0,2910	280	0,74	0,059
	0,10-0,23	1,44	0,4070	0,1170	0,2900	320	0,63	0,099
	0,23-0,43	1,69	0,2930	0,0100	0,2830	340	0,67	0,112
	0,43-0,70	1,59	0,3510	0,0530	0,2980	360	0,46	0,026
	0,70-1,15	1,5	0,3720	0,1030	0,2690	430	0,58	0,023
RF_NP	0-0,29	1,29	0,4650	0,0370	0,4280	200	0,21	0,025
	0,29-0,68	1,34	0,4590	0,0360	0,4230	390	0,15	0,027
	0,68-1,12	1,41	0,4450	0,1250	0,3200	50	0,17	0,027
LVe_NP	0-0,10	1,49	0,3820	0,1120	0,2700	300	0,87	0,022
	0,10-0,38	1,71	0,2990	0,0110	0,2880	340	0,80	0,021
	0,38-0,70	1,52	0,3720	0,0720	0,3000	380	0,71	0,023
	0,70-1,20	1,43	0,4070	0,1170	0,2900	380	0,73	0,029



**Figura 10.** Gráficos de correlação do índice S com densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, argila, diâmetro médio ponderado de agregados, em solos cultivados com banana, em áreas sob irrigação em Bom Jesus da Lapa, Bahia (Projeto Formoso), e na Região Norte de Minas Gerais (Mocambinho e Nova Porteirinha).