

# SOLOS E ÁGUA: FONTES (ESGOTÁVEIS) DE VIDA E DE DESENVOLVIMENTO

## LIVRO DE ATAS

### VII CONGRESSO IBÉRICO DAS CIÊNCIAS DO SOLO (CICS 2016)

### VI CONGRESSO NACIONAL DE REGA E DRENAGEM

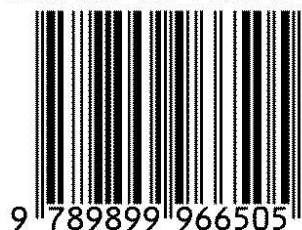




## Ficha técnica

<i>Título:</i>	Solos e Água: fontes (esgotáveis) de vida e de desenvolvimento
<i>Editores:</i>	Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS)
<i>Autores:</i>	Comissão Editorial do VII CICS 2016 / VI CNRD
<i>Sugestão de citação:</i>	Comissão Editorial do VII CICS 2016 / VI CNRD. 2016. Solos e Água: fontes (esgotáveis) de vida e de desenvolvimento. Livro de Actas do VII Congresso Ibérico das Ciências do Solo (CICS 2016) / VI Congresso Nacional de Rega e Drenagem, 13-15 de Setembro de 2016, Instituto Politécnico de Beja, Beja (p.422).
<i>Concepção gráfica e paginação:</i>	Paulo Marques
<i>Tipo de suporte:</i>	Eletrónico
<i>Detalhe do suporte:</i>	PDF
<i>Edição:</i>	1ª Edição
<i>Data:</i>	Setembro de 2016
<i>ISBN:</i>	978-989-99665-0-5

ISBN 978-989-99665-0-5



Comunicações apresentadas no "VII Congresso Ibérico das Ciências do Solo (CICS 2016) / VI Congresso Nacional de Rega e Drenagem" que decorreu no Instituto Politécnico de Beja de 13 a 15 de Setembro de 2016.

### Comissão Editorial do VII CICS 2016 / VI CNRD

Carlos Alexandre (ICAAM, Universidade de Évora, SPCS)  
Gonçalo Rodrigues (Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio)  
Henrique Ribeiro (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa, SPCS)  
Isabel Guerreiro (Instituto Politécnico de Beja)  
Maria da Conceição Gonçalves (INIAV, I. P., SPCS)  
Paula Alvarenga (Instituto Politécnico de Beja)  
Paulo Chaveiro (CM Reguengos de Monsaraz, APRH)  
Pedro Oliveira e Silva (Instituto Politécnico de Beja)  
Sofia Ramôa (Instituto Politécnico de Beja)  
Tiago Ramos (MARETEC, Instituto Superior Técnico, U. Lisboa, SPCS)



Eliminación de fósforo de aguas residuales utilizando concha de mejillón.....	333
<i>Conde Cid, Manuel; Paradelo Núñez, Remigio; Arias Estévez, Manuel; Álvarez Rodríguez, Esperanza; Fernández-Sanjurjo, María José; Núñez-Delgado, Avelino</i>	
Uso de Tecnosuelos para la mejora en la calidad química de aguas de escorrentía de la mina Fé (Cuidad Rodrigo, Salamanca).....	337
<i>Arán, Diego; Antelo, Juan; Macías, Felipe</i>	
Efecto de diferentes técnicas de laboreo y riego sobre las propiedades del suelo de arrozales.....	341
<i>Sánchez-Llerena, J.; Peña, D.; López-Piñeiro, A.; Albarrán, A.; Bolaño, E.; Fernández, D.</i>	

### **S & A3 - DEGRADAÇÃO DO SOLO E CONTAMINAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

Retención de herbicidas de amonio cuaternario en suelos de viña con distintos contenidos de cobre.....	347
<i>Cid, Manuel Conde; Paradelo Núñez, Remigio; Fernández Calviño, David; Pérez Novo, Cristina; Nóvoa Muñoz, Juan Carlos; Arias Estévez Manuel</i>	
Aporte de N y P a través de los excrementos en las colonias de cría de la gaviota patiamarilla ( <i>Larus michahellis</i> ) en el Parque Nacional Marítimo Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia.....	351
<i>De la Peña-Lastra, Saúl; Otero Pérez, Xosé Lois; Pérez-Alberti, Augusto</i>	
Hidrologia e erosão hídrica do solo numa pequena bacia hidrográfica de regadio .....	355
<i>Duarte, António Canatário; Mateos, Luciano</i>	
Salinização e sodização dos solos do Alentejo: limitações à sua avaliação no exemplo do regadio do Roxo .....	359
<i>Alexandre, Carlos; Borralho, Teresa; Durão, Anabela</i>	
Estudio de campo de la persistencia y movilidad de triasulfuron y prosulfocarb en un suelo agrícola enmendado con compost verde.....	363
<i>Rodríguez-Cruz, M<sup>a</sup> Sonia; Marín-Benito, Jesús M<sup>a</sup>; Barba, Víctor; Ordax, José M., Sánchez-Martín, M<sup>a</sup> Jesús</i>	
Contenido de Hg y su distribución en profundidad en los suelos de una mina abandonada de Pb-Zn en el NW de España .....	367
<i>Gómez-Armesto, Antía; Polo-Pena, Daniela; Bibián-Núñez, Lucía; Pérez-Rodríguez, Paula; Araujo-Nespereira, Pedro; Álvarez-Rodríguez, Esperanza; Fernández-Sanjurjo, María José; Núñez-Delgado, Avelino; Arias-Estévez, Manuel; Nóvoa-Muñoz, Juan Carlos</i>	
Distribución de mercurio en fracciones de diferente tamaño de agregado en un suelo forestal podzólico de Galicia (NO España) .....	371
<i>Bibián-Núñez, Lucía; Gómez-Armesto, Antía; Paradelo-Núñez, Remigio; Pontevedra-Pombal, Xabier; Arias-Estévez, Manuel; Nóvoa-Muñoz, Juan Carlos</i>	
Contenido y distribución de mercurio en profundidad en suelos podzólicos del NW de España .....	375
<i>Gómez-Armesto, Antía; Bibián-Núñez, Lucía; Pontevedra-Pombal, Xabier; García-Rodeja Gayoso, Eduardo; Arias-Estévez, Manuel; Nóvoa-Muñoz, Juan Carlos</i>	
Estimativa do potencial de degradação do solo antes e depois de um grande incêndio florestal numa bacia elementar de Alfândega da Fé.....	379
<i>Costa, Rui; de Figueiredo, Tomás; Fonseca, Felícia</i>	
Rede Neural Artificial para Análise dos Atributos Físicos de um Solo Degradado em Recuperação .....	383
<i>Neto, Alfredo Bonini; Bisi, Beatriz Santos; Bonini, Carolina dos Santos Batista; Putti, Fernando Ferrari</i>	
A pedregosidade como indicador do estado de degradação física do solo: comparação entre solos climáticos e solos degradados.....	387
<i>Pires, Ana; Fonseca, Felícia; Figueiredo, Tomás</i>	
Formação de ravinas: significância para a perda de solo por erosão hídrica .....	391
<i>Franco, Rosário; Fonseca, Felícia; Tomás Figueiredo</i>	
Contaminación y evaluación de riesgo de elementos potencialmente peligrosos en suelos de un campo de tiro militar (NO España) .....	395
<i>Rodríguez-Seijo, Andrés; Lago-Vila, Manoel; Arenas-Lago, Daniel; Andrade, Luísa; Vega, Flora;</i>	



## **Salinização e sodização dos solos do Alentejo: limitações à sua avaliação no exemplo do regadio do Roxo**

### ***Soil salinization and sodification in Alentejo: limitations on their evaluation in the case of the Roxo irrigated area***

**Alexandre, Carlos<sup>1\*</sup>, Borralho, Teresa <sup>2</sup>, Durão, Anabela<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Geociências e ICAAM - Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais Mediterrânicas, Universidade de Évora, Apdo. 94, 7002-554 Évora, Portugal) \*cal@uevora-pt

<sup>2</sup> Escola Superior Agrária de Beja, IPBeja, Campus do IPBeja, 7800 Beja

<sup>3</sup> Escola Superior de Tecnologia e Gestão, IPBeja, Campus do IPBeja, 7800 Beja

#### **Resumo**

Apresenta-se parte de um trabalho de monitorização da qualidade da água (2014 e 2015) e de compilação de informação sobre os solos do regadio do Roxo (RR), visando uma avaliação da salinização e sodização do solo. Admite-se que as limitações e lacunas de informação encontradas neste caso são representativas de outros regadios do sul do país. O RR ocupa uma área de ~8.250 ha a norte de Aljustrel, ao longo da ribeira do Roxo, em formações sedimentares cenozóicas da bacia de Alvalade. Decresce de SE para NW de 120 m até 47 m maioritariamente em declives suaves. Segundo a Carta dos Solos de Portugal apresenta Luvisols (~40%), Fluviosols e Regosols (~20%), Gleysols e Planosols (~20%) e Vertisols (~10%), no entanto, identificaram-se apenas 5 perfis de solo com caracterização analítica do final do séc. XX. A água de rega do RR em 2014 e 2015 revelou ligeira a moderada salinidade e ausência de restrições para a infiltração enquanto a água drenada chegou quase ao limite de salinidade grave mas manteve-se sem restrições para a infiltração. Os dados disponíveis sobre os solos apresentam baixa salinidade, mas 4 em 5 perfis são sódicos segundo a WRB, contudo, o que sobressai desta análise é a grande lacuna de dados analíticos de solos no RR.

**Palavras-chave:** solo, salinização, sodização, rega, Alentejo.

#### **Abstract**

This is based on a study of water quality monitoring (2014 and 2015) and compilation of soil information on the Roxo irrigated area (RIA). It is presented a status of soil salinization and soil sodification and it is assumed that the limitations and information gaps found in this case could be representative of other irrigation areas in southern Portugal. The RIA occupies an area of ~8,250 ha, north of Aljustrel, along the river Roxo in Cenozoic sedimentary formations of the Alvalade basin. It decreases from SE to NW, from 120 m up to 47 m mainly on gentle slopes. According to the *Carta dos Solos de Portugal* dominant soils are: Luvisols (~40%), Fluvisols and Regosols (~20%), Gleysols and Planosols (~20%) and Vertisols (~10%). However, there are only five soil profiles with analytical data from a survey done by the end of the XXth century. During 2014 and 2015 irrigation water revealed a slight to moderate salinity and no restrictions for infiltration, while drainage water reached almost severe salinity levels but remained also without restrictions for infiltration. Available soil data showed low salinity but 4 in 5 profiles are sodic according to the WRB classification. However, what most stands out in this study is the large gap of analytical data about soils in the RIA.

**Keywords:** soil, salinization, sodization, irrigation, *Alentejo*.



## Introdução

A salinização e a sodização do solo têm especial importância em áreas de regadio e estão entre os dez tipos de degradação do solo reconhecidos no relatório do Estado dos Recursos do Solo do Mundo [1] e na Estratégia Temática de Protecção do Solo da Comissão Europeia [2].

A salinização depende de vários factores, desde logo, do balanço anual entre precipitação e evapotranspiração. Se a evapotranspiração supera a precipitação e não se verificam períodos de drenagem ou percolação significativa, há condições favoráveis à acumulação de sais no solo. Em regadio, o balanço de sais depende muito do teor em sais água de rega e das dotações aplicadas.

Outros factores importantes são o relevo e as características edáficas que influem na lavagem de sais da zona das raízes das plantas. O relevo determina o escoamento superficial e subsuperficial e a ocorrência de níveis freáticos superficiais que possibilitam a ascensão capilar de água salina. O solo determina a permeabilidade dos horizontes, a ocorrência de camadas pouco permeáveis (impermes) e a profundidade a que ocorrem.

A sodização (ou alcalização) do solo traduz-se no aumento da percentagem de sódio de troca. Embora teores de sódio muito altos possam ter efeitos negativos sobre a nutrição das plantas, os principais efeitos negativos do sódio fazem-se sentir de forma indirecta e a teores mais baixos, através da deterioração da estrutura do solo, com redução da infiltração à superfície e da condutividade hidráulica em horizontes subsuperficiais, que se tornam muito maciços, pouco permeáveis à água e ao ar. Todos estes efeitos reflectem a sodicidade do solo. Em regadio a sodização depende muito da qualidade da água de rega, em especial do seu SAR (Sodium Adsorption Ratio). Quanto maior for o SAR da água, maior é o risco de sodização e maior deve ser a sua concentração em sais, de modo a evitar a dispersão dos colóides do solo, manter a infiltração e drenagem e facilitar a lavagem de sais do solo (ver [3]).

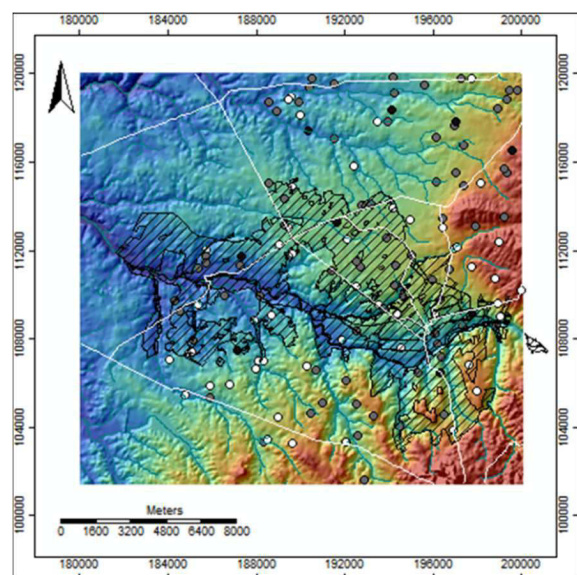
A avaliação do risco de salinização e de

sodização dos solos em regadio requer a monitorização não só da qualidade da água de rega mas, também, das propriedades edáficas mais importantes para estes processos. A monitorização do solo deve começar pela caracterização morfológica e analítica numa situação de referência, de preferência antes da reconversão para regadio.

Apresenta-se parte de um trabalho de monitorização da qualidade da água (2014 e 2015) e de compilação de informação sobre os solos do regadio do Roxo (RR), e apresenta-se uma avaliação sumária da salinização e sodização do solo nessa área. Admite-se que as limitações e lacunas de informação encontradas neste exemplo sejam representativas de outros regadios do sul do país.

## Material e métodos

A área do regadio do Roxo situa-se a norte de Aljustrel, onde ocupa uma área de ~8.250 ha ao longo da ribeira do Roxo, numa extensão de 20 km na direcção SE-NW (Fig. 1). Assenta maioritariamente em formações sedimentares cenozóicas da bacia de Alvalade, de natureza e espessura muito variadas.



**Figura 1** – Modelo digital do terreno com o regadio do Roxo assinalado a preto. Perfis com dados completos (preto), só com descrição morfológica (cinzento) e sem dados (branco).

O RR decresce de SE para NW desde

cerca de 120 m até 47 m. Apresenta um predomínio de declives suaves (<4% em 80% da área) mas que ultrapassam os 10% em alguns locais. Quase 30% da área tem declive <1%, em especial no Plio-Plistocénico a N da ribeira do Roxo.

Na área predominam Luvisols (~40%), Fluvisols e Regosols (~20%), Gleysols e Planosols (~20%) e Vertisols (~10%) [4]. Apesar da Carta dos Solos de Portugal (1:50.000) cobrir a totalidade do Alentejo, dispõe de muito poucos perfis com dados analíticos a que acresce a incerteza na localização. Em alternativa, na área do RR e área adjacente (com geologia e relevo equiparáveis) existem os seguintes dados (Fig. 1, Cartas Militares 519 e 529) [5]: 133 perfis georreferenciados (54 no RR), 83 com descrição morfológica (36 no RR), destes, 16 com dados analíticos sumários (7 no RR) e 9 com dados analíticos completos (apenas 5 no RR).

Monitorizou-se a qualidade da água entre 07/2014 e 12/2015 recolhendo amostras em vários pontos da rede de rega e da rede de drenagem natural (ribeiras). Os resultados apresentados (condutividade eléctrica, EC e SAR) comparam a água de entrada (Rega-1) com a água de saída (Drenagem-4) na ribeira do Roxo, a jusante do RR.

## Resultados e discussão

Dos 9 perfis de solos com dados de EC [5] a maioria apresentou valores de  $EC_{es}=1-2$  dS/m (EC do extracto de saturação obtida de  $EC_{1:2,5}$  por efeito de concentração [6]). Só um perfil fora do RR teve  $EC_{es}>2$  dS/m e  $EC_{es}>6$  dS/m (ligeira e moderadamente salino, respectivamente [7]).

Em relação à sodicidade (Quadro 1) 6 dos 9 perfis com dados (4 em 5 no RR) são sódicos de acordo com a WRB [8] (>15% de (Na+Mg) e >6% de Na de troca, numa espessura superior a 20 cm e a menos de 100 cm da superfície). Apesar da amostra pouco representativa, estes resultados indicam elevada sodicidade nos solos do RR, suspeita que só pode ser esclarecida com uma maior amostragem de solos.

A monitorização da EC e do SAR (Quadro 2) revelou grande estabilidade de valores

**Quadro 1** – Seis perfis (dos 9 com dados) qualificados como sódicos segundo a WRB (107N e 110N fora do RR).

N	Ref Perf-Hr	Horiz	Lsup --- (cm) ---	Linf ---	Argila ----- (%) -----	ESP	PSMT
1	106R-4	4C	98	110	41.9	6.2	32.2
1	106R-5	5C	110	165	38.6	7.4	36.3
2	107N-2	Cg1	35	75	37.1	7.1	52.8
3	110N-3	Bw2	90	170	63.9	14.7	47.9
4	118N-1	Ap	0	35	11.0	6.9	21.7
4	118N-2	Ecs	35	70	20.1	10.3	21.8
4	118N-3	Bcs	70	85	33.1	8.7	33.4
4	118N-4	Bg	85	115	48.1	14.3	41.7
5	127N-1	Ap	0	40	13.9	7.5	17.0
5	127N-2	2BC	40	80	36.7	12.1	39.4
5	127N-3	2C	80	120	43.8	7.9	29.5
6	144N-2	2BC	28	60	33.3	8.6	46.4
6	144N-3	2C	60	105	22.0	14.0	61.8

N – contagem de perfis; Perf-Hr – Referência perfil e horizonte; Lsup e Linf- limites superior e inferior dos horizontes; ESP – percentagem de sódio de troca; PSMT – percentagem de sódio mais magnésio de troca.

na água de rega ( $EC\sim 1$  dS/m e  $SAR\sim 2$ ) e uma ligeira subida nos valores da água de drenagem no verão e outono ( $EC\sim 2,5-3,0$  dS/m e  $SAR>4$ ). A água de rega tem ligeira a moderada salinidade para as culturas (0,7-3,0 dS/m) e não apresenta restrições para a infiltração ( $SAR=0-3$  e  $EC>0,7$  dS/m). A água drenada chegou quase ao limite de salinidade grave mas manteve-se sem restrições para a infiltração ( $SAR=3-6$  e  $EC>1,2$  dS/m) [3].

O modelo WatSuit [9] permite estimar a composição da solução de drenagem de equilíbrio a partir da composição da água de rega. Verifica-se para 08/2015 a maior proximidade entre os valores medidos na água drenada ( $EC=2,9$  dS/m;  $SAR=4,6$ ) e as estimativas do WatSuit ( $EC=2,1$  dS/m;  $SAR=4,8$ ), quando a fracção de lavagem é 0,4. Uma análise mais rigorosa terá de levar em conta outras aflúências à rede de drenagem, mas estes resultados sugerem que é no verão que a solução do solo está mais próxima do equilíbrio químico entre a água de rega e o solo e em que a água drenada reflecte melhor a composição média da solução dos solos do RR. Assim, temos de concluir que estes solos apresentam níveis de salinidade e de sodicidade que devem ser levados em conta nas práticas de gestão, em especial na gestão da rega. É de admitir ainda uma grande dispersão de valores, função das características dos solos e do relevo do RR, como o Quadro 1 evidencia.

**Quadro 2** – Monitorização da EC e do SAR da água de rega à entrada e da água de drenagem à saída do RR.

Mês/Ano	Rega-1		Drenagem-4	
	EC (dS/m)	SAR	EC (dS/m)	SAR
7/2014	0.86	1.28	2.17	3.91
9	0.78	1.84	2.37	3.72
10	1.17	0.29	2.39	3.05
11	0.88	1.43	2.41	2.28
12	0.99	-	2.13	3.13
1/2015	0.14	1.76	2.41	3.11
2	0.93	2.18	2.24	1.33
3	0.87	2.12	2.29	3.05
4	0.92	1.92	2.31	3.08
5	0.98	1.99	2.34	3.25
7	0.93	2.01	2.74	4.22
8	0.98	2.13	2.90	4.63
10	1.00	2.03	2.93	4.34
11	1.00	2.11	2.90	4.09

Com o início em 2016 do fornecimento de água da albufeira de Alqueva para a do Roxo é necessário monitorizar não só a água de rega mas, também, os solos, dois termos indispensáveis da equação que pode prevenir problemas de redução da infiltração e da condutividade hidráulica do solo decorrentes da eventual diminuição de sais na água de rega no RR.

Esta necessidade é tanto maior não só porque os dados disponíveis reflectem o estado dos solos há ~20 anos mas, principalmente, devido à enorme lacuna de dados analíticos dos solos do RR. Se para a área do RR existisse uma carta de solos equivalente à Carta de Solos da Região Entre-Douro e Minho (1:25.000), em vez de 5 perfis haveria ~30 perfis de referência e ~300 observações [10].

## Conclusões

A água de rega do RR em 2014 e 2015 revelou ligeira a moderada salinidade e ausência de restrições para a infiltração. Os dados disponíveis sobre os solos do RR são do final do séc. XX: apresentam baixa salinidade mas 4 em 5 perfis são sódicos (WRB), contudo, o que mais sobressai desta análise é a grande lacuna de dados analíticos de solos no RR.

## Agradecimentos

À DGADR e aos Engs. Manuel Frazão, António Perdigão e Miguel Pereira pelos perfis de solo do IDRHa-DS (2003).

Trabalho financiado no âmbito do Projecto Proder 50370 (Medida 422).

## Referências bibliográficas

- [1] FAO & ITPS. 2015. Status of the World's Soil Resources (SWSR) - Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome.
- [2] CCE. 2006. Estratégia Temática de Protecção do Solo. COM(2006)231 final. Comissão das Com. Europeias. Bruxelas, 22.9.2006.
- [3] Ayers, R.S. & Westcot, D.W. 1985. Water quality for agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev. 1, (Reprinted 1989, 1994) Rome.
- [4] SROA. 1970. Carta dos Solos de Portugal. 6ª Ed., Vol. I: Classificação e caracterização morfológica dos solos. Serv. de Reconhecimento e de Ordenamento Agrário, Sec. de Est. da Agricultura. Lisboa.
- [5] IDRHa-DS, 2003. Estudo de caracterização dos solos e esboço de aptidão das terras para o regadio à escala 1:25.000 na área a beneficiar com o Empreendimento de Fins Múltiplos de Alqueva. Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica - Divisão de Solos, MADRP. Lisboa.
- [6] Pansu, Marc & Gautheyrou, Jacques. 2003. Handbook of Soil Analysis. Mineralogical, Organic and Inorganic Methods. Springer-Verlag, Berlin, New York., pp. 995.
- [7] Abrol, I.P., Yadav, J.S.P. & Massoud, F.I. 1988. Salt-Affected Soils and their Management. FAO Soils Bulletin 39. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- [8] IUSS Working Group WRB. 2014. World Reference Base for Soil Resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome, pp. 181.
- [9] Rhoades, J. D., and Merrill, S. D. 1976. Assessing the suitability of water for irrigation: Theoretical and empirical approaches. In Prognosis of salinity and alkalinity. FAO, Soils Bulletin 31, p. 69–109. Rome.
- [10] SPCS, 2004. Bases para a Revisão e Atualização da Classificação dos Solos em Portugal. Relatório elaborado no âmbito do Protocolo entre o Instituto de Desenvolvimento Rural e Hidráulica (IDRHa) e a Soc. Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS). 83 p.