



II Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias (SASGEO)

III JORNADAS INTERACT

LIVRO DE RESUMOS

17 e 18 de Maio

Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro

Vila Real – Portugal



Ficha técnica

Título

II Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias (SASGEO) / Projeto INTERACT

Coordenação

Rui Cortes

Comissão Organizadora

Fernando Pacheco, Centro de Química, UTAD
Henrique Trindade, CITAB, UTAD
Luis Filipe Sanches Fernandes, CITAB, UTAD
Moutinho Pereira, CITAB, UTAD
Rui Cortes, CITAB, UTAD
Simone Varandas, CITAB, UTAD

Comissão Científica

Carlos Alberto Valera, Promotor de Justiça, Coordenadoria Regional das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente das Bacias dos Rios Paranaíba e Baixo Rio Grande, Brasil
Ernesto José de Melo Pestana de Vasconcelos, Instituto Superior de Agronomia, Univ. Lisboa.
João Pedroso Lima, Faculdade de Ciências- Universidade de Coimbra
Maria da Conceição Lopes Vieira dos Santos, Faculdade De Ciências, Universidade Do Porto
Renato Faria do Valle Junior, IFTM Campus Uberaba, Brasil
Rodrigo Maia - FEUP
Teresa Cristina Tarlé Pissarra, UNESP, Campus Jaboticabal, Brasil

Suporte ao Simpósio

Miguel Fonseca, UTAD
Paulo Ventura, UTAD

Projeto de I&D Interact - Integrative Research in Environment, Agro-Chain and Technology, n.º da operação NORTE-01-0145-FEDER-000017 co-financiado pelo Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional (FEDER) através do NORTE 2020 (Programa Operacional Regional do Norte 2014/2020).



Tiragem

150 exemplares

ISBN

978-989-704-263-8

Depósito Legal

440557/18

Impressão

Minerva Transmontana, Tipografia, Lda. — Vila Real

Índice

Apresentação	9
Programa	11
Comunicações Orais	17
<i>Ambiente e Recursos Hídricos</i>	19
Available P in soils, sediments and waters of two catchments in the north of Portugal	21
Application of structural equation models for the understanding of biodiversity loss in river basins	22
Uso da biorremediação na aquicultura	23
The role of lateral flows and nitrate downslope transport in the validation of drastic results in mountainous catchments	24
Restauração de rio urbano usando biorremediação	25
Rainwater harvesting in catchments for agro-forestry uses: balance between sustainability values and storage capacity	26
Olo river reserved fishing area: management and conservation activities	27
Hydrology and water resources in the sabor river basin: current status and forecasts based on agriculture and demographic projections	28
Ecotoxicidade de fungicidas avaliada no desenvolvimento embrionário de peixe-zebra	29
What zooplankton community can say about the trophic state and water quality? The case of Serra Serrada Reservoir	30
Utilização de esmectite enquanto adsorvente e suporte catalítico em processos de tratamento de efluentes agroindustriais	34
<i>Bio-economia</i>	39
Fruit yield and quality of olives under different deficit irrigation strategies	41
Study of the effects of anthropogenic factors on the preservation of wild bird species in northern Portugal	42
Monitoring causes of death in endangered species: a 10-year study in northern Portugal	45
Mediterranean diet and sustainability challenges of food consumption and production	49
A regulated irrigation strategy in almond orchards from northeast of Portugal: effect of variations in applied water on their yield components and nutritional quality	55
Globalização e os povoados rurais invisíveis do baixo rio Mearim - Maranhão, Brasil	56

Cadeias de Produção Agro-alimentar 57

Impacto ambiental de diferentes tratamentos na fração líquida de chorume proveniente vacas leiteiras 59

Avaliação da sobrevivência do género *Salmonella* no processo de armazenamento de chorume de vacas leiteiras fríasias 60

Managing grapevine stress responses through Kaolin application: effects on plant physiology and berry acidity 61

Recolha de amostras no ambito da viticultura 62

Soluções baseadas em dados para viticultura de precisão 63

Insights into the susceptibility to cavitation of *Vitis vinifera* L. Touriga-Franca and Touriga-Nacional grafted onto 110 R and 1103 P rootstocks. 64

Improving sweet cherry bioactive properties by innovative preharvest treatments: strategy to enhance their biological value 65

Determinação do potencial produtivo de três castas brancas através do crescimento forçado de estacas 66

Exogenous application of small peptide formulations alters anthocyanin synthesis and concentration in suspension-cultured grape berry cells 67

Storage effect on polyphenolic composition and biological activities of winery by-products against human clinical pathogens 68

Estudo morfológico, molecular e bioquímico dos fungos da esca em *Vitis vinifera*, cv. Malvasia-fina 69

Toxicity of phenolic extracts from chestnut burs after treatment by fungi 70

Malvidin-3-*O*-Monoglucoside (Mv3Glc) from red wine used as carbon source for microbial growth. 71

Elderberry wastewater treatment by hydroxyl and sulphate radical-based oxidation 72

Solo e Culturas. 73

A study on the *in vitro* enzyme inhibitory properties of extracts obtained from selected species from Lamiaceae and Asteraceae family. 75

Photosynthesis: critical endpoint to assess the influence of soil titanium based nanoparticles on crops productivity. 76

Consequences of Zinc toxicity in the anatomy and cytology of three grapevine varieties . . 79

Biochar, compost and biochar-compost as soil amendments to a vineyard soil: effects on soil surface arthropods. 80

Mineralização e lixiviação de N em estrumes aplicados ao solo 81

Effect of temperature and soil moisture on mineralization and nitrification rates in vineyard soils (*Douro Valley* and *Vinhos Verdes* regions). 82

<i>Tecnologias Aplicadas ao Diagnóstico Ambiental</i>	83
Evaluation of atmospheric models to predict and simulate precipitation in Portugal.	85
Mapeamento da fertilidade dos solos no Município de Monte Carmelo – MG	86
Desenvolvimento de uma aplicação web para a disponibilização de informação geográfica, associada ao Projeto Interact – linha BEST	90
Caracterização termo-química da biomassa agroflorestal residual nas bacias hidrográficas dos rios Ave e Sabor	91
Development of a new high-resolution dataset of daily temperature in Portugal from a geostatistical approach	92
Fragilidade ambiental de uma microbacia, visando o desenvolvimento sustentável	94
Posters	95
<i>Água e Culturas</i>	97
Capacidade de infiltração da água no solo no cultivo de seringueira (<i>Hevea Brasiliensis M. Arg.</i>) na Amazônia Ocidental	99
Influence of the variability of the atmospheric conditions on the vegetative greenness in Portugal.	103
Microalgae-mediated winery wastewater treatment	104
<i>Ambiente e Recursos Hídricos</i>	109
Analysis of the pressure of anthropogenic factors on wild mammals in northern Portugal	111
Mortality of amphibians and wild reptiles in Portugal: preliminary data over a decade . .	115
A invisibilidade dos rios em áreas urbanas: um panorama sobre o Brasil.	118
Leptospiral antibodies in sera of fish from the Ave river: preliminary results	119
Occurrence of metals in soils and fluvial sediments from two catchments in northern Portugal.	120
Relação entre o uso do solo e a declividade em bacias hidrográficas	121
Microplastics and copper mixtures: a danger to aquatic early life stages?	125
Effects of microplastics, cadmium and their mixtures on freshwater bivalve <i>Corbicula fluminea</i>	126
Mapeamento temporal de sistemas de pivô central na APA-Rio Uberaba, Minas Gerais – MG.	127
Avaliação temporal do desenvolvimento de áreas edificadas com acesso pavimentado do Município de Ribeirão Preto, São Paulo - Brasil	128

Classes de declividade do terreno e qualidade hídrica em bacias hidrográficas	129
Conflito ambiental de uso do solo em áreas da mesorregião do Agreste Pernambucano, Brasil	133
Bio-economia	137
Potential use of <i>Santolina</i> spp. for improved wound healing	139
Cytoprotective effect of <i>Hyptis</i> spp extracts	140
Fomento de projetos de reflorestamento para proteção de nascentes, um exemplo de ação conjunta no Brasil	141
Cadeias de Produção Agro-alimentar	147
Persimmon vinegar: production and evaluation of antioxidant activities	149
Diagnóstico do mercado da pimenta-do-reino (<i>Piper Nigrum</i> L.) no mundo, Brasil, norte e estado do Pará	150
Productivity, phenolic composition and antioxidant activity of <i>xanthossoma mafaffa</i> (mangarito)	154
Kaolin particle film application stimulates photoassimilate synthesis and modifies the primary metabolome of grape leaves	155
Aplicação de compostos em pré-colheita: efeito na qualidade da avelã da variedade Grada de Viseu.	156
Estudos de adaptabilidade de diferentes espécies de leguminosas grão em Trás-os-Montes	157
Diagnóstico da aptidão e uso do solo em áreas de pasto degradado como ferramenta para aplicação do PPP.	158
Remoção involuntária da comunidade mata da bananeira – MG - Brasil: a mudança como ferramenta de gestão ambiental.	159
Solo e Culturas.	163
Does the hazelnut biodiversity mean different allergenic potential?	165
Leguminous cover crop to adapt olive rainfed orchards to climate change.	166
Soil properties affecting the presences of entomopathogenic fungi in Douro vineyards.	167
Kaolin particle film application modulates hormones dynamic and physiology of grapevine under mediterranean summer stress.	168
Avaliação do efeito do coberto vegetal do solo nos compostos fenólicos e na capacidade antioxidante das azeitonas.	169
Resposta do feijoeiro à adubação nitrogenada em solos com diferentes teores de matéria orgânica	170

Caracterização topográfica e verificação do uso e ocupação do solo em propriedades rurais familiares do Município de Jaboticabal-SP	174
Capacidade de infiltração da água em plantio direto e convencional na Amazônia Ocidental	178
Doses de nitrogênio na cultura do milho (<i>Zea mays</i> L.) Safrinha na Amazônia Ocidental	182
Effect of sowing date on chickpea (<i>Cicer arietinum</i> L.) productivity	185
Influência das coberturas vegetais nos teores de glomalina do solo em vinha de montanha	186
Velocidade de infiltração da água em pastagem degradada no Estado de Rondônia	187
Utilização do infiltrômetro de anel para a determinação da velocidade de infiltração em área de mata nativa	191
Isolamento e identificação de rizóbios associados a plantas de <i>Phaseolus vulgaris</i> L. recolhidas em diferentes regiões de Portugal	195
Isohumic coefficient of organic residues in Portuguese vineyard soils	196
Expansão da cana de açúcar no Município de Uberaba de 2010 a 2015	197
Influence of arbuscular mycorrhizal fungi in the establishment of pre-broken sugar cane.	198
Mineralização e lixiviação de N em estrumes aplicados ao solo	199
Prevalence of bacteria in soils recovered from old wolfram mines in north of Portugal	200
Tecnologias Aplicadas ao Diagnóstico Ambiental	201
Mapeamento topográfico, com utilização de veículo aéreo não tripulado (VANT) e topografia convencional	203
Potencial de uso conservacionista na bacia hidrográfica do Córrego Marinheiro - MG.	207
Soluções baseadas em dados para viticultura de precisão	211
Potencial de uso conservacionista na bacia do Ribeirão da Mata – MG.	212
Uso do GPS L1 para levantamentos com precisão utilizando a rede RBMC/IBGE	216
Análise da suscetibilidade magnética na diferenciação das classes de capacidade de suporte de uso do solo	217
Perda anual de solos pelo potencial de uso conservacionista na bacia hidrográfica do rio Manso-MG	221
Efeito das faces de exposição solar no crescimento florestal	225

Apresentação

O II Simpósio Internacional de Águas, Solos e Geotecnologias (SASGEO), que terá lugar na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro nos dias 17 e 18 de Maio de 2018 apoia-se no Projeto INTERACT (Integrative Research in Environment, Agro-Chains and Technology), financiado através do Programa Norte2020, e enquadrado no CITAB (Centro de Investigação em Tecnologias Agro-Ambientais e Biológicas. Este projeto visa a integração de múltiplos processos para a produção agroflorestal e zootécnica mas de modo a que esteja condicionada pela sustentabilidade dos ecossistemas, o que implica o desenvolvimento de tecnologias ambientalmente amigáveis.

O II SASGEO acolhe os princípios gerais do INTERACT e terá também como prioridade preparar os sistemas agrícolas para fazer face às mudanças climáticas nos sistemas agrícolas e florestais através de abordagens integradas de investigação, gestão e administração dos solos e da água, incentivando a promoção de um uso mais eficiente destes recursos e do seu uso equilibrado. O II SASGEO mantém ainda o objetivo de contribuir para suprir as necessidades alimentares e combater a desertificação, pelo que dá uma especial atenção à restauração de ecossistemas degradados e manutenção do serviço de ecossistemas. Merecerá ainda relevo neste Simpósio, a conservação dos recursos solo e água e a divulgação de geotecnologias associadas com o seu estudo.

O II SASGEO, que terá lugar na Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD), em Portugal, abarca as seguintes linhas temáticas:

- Solo e Culturas
- Ambiente e Recursos Hídricos
- Água e Culturas
- Tecnologias Aplicadas ao Diagnóstico Ambiental
- Bio-economia
- Cadeias de produção agro-alimentar

Desejamos a todos que o II SASGEO constitua um importante evento a comunidade científica e para a troca de experiências entre bolseiros de graduação e pós-graduação, cujos interesses se situem no amplo espectro de estudos ambientais e sua interação com as atividades agro-florestais. Desejamos ainda que este encontro estimule a cooperação frutuosa entre a UTAD e instituições universitárias brasileiras para uma cooperação mais intensa nestes domínios.

O Coordenador do Projeto INTERACT

Rui Cortes

Programa

Dia 17 de Maio (Manhã)

Aula Magna – Sessão plenária

8:30	Recepção dos participantes
10:00	Sessão de abertura com a presença de: Reitor da UTAD Diretora do CITAB Coordenador do projeto INTERACT
10:30	Palestra 1: “Phytochemical and biological activity of grape (Vitis vinífera L.) stems: towards a sustainable winery industry” Ana Barros – UTAD, Diretora do CITAB
11:00	Café
	Moderador Fernando Pacheco
11:30	Palestra 2: “Uso do Sensoriamento Remoto como ferramenta de diagnóstico de pastagens degradadas no Brasil” Renato Farias do Valle Júnior IFTM Campus Uberaba, Brasil
12:00	Palestra 3: “A legislação ambiental brasileira aplicada à gestão das matas ripárias e a qualidade hídrica” Carlos Alberto Valera – Ministério Público Mina Gerais, Brasil
12:30	Palestra 4: “Gestão e política de uso do solo no Brasil” Teresa Cristina Tarlé Pissarra UNESP, Campus Jaboticabal, Brasil
13:00 – 14:30	Almoço Livre

Dia 17 de Maio (Tarde)

Complexo Laboratorial – 11 sessões paralelas (10 min. de comunicação + 5 min. de discussão)

	Auditório 1	Auditório 2
Comunicações convidadas		
14:30	“Nanoparticles in agricultural systems: risks and potential benefits in nanoagrotechnology” M. Conceição Santos – UP	“Ciência para criar e proteger valor na fileira vitivinícola” Tim Hogg – Diretor da Plataforma da Vinha e do Vinho
Comunicações orais		
	Cadeias de produção Agroalimentar (Moderadora Teresa Pissarra)	Ambiente e Recursos Hídricos (Moderadora Simone Varandas)
15:00 – 15:15	“Estudo morfológico, molecular e bioquímico dos fungos da esca em Vitis vinifera, cv. Malvasia-fina” Ana C. G. Marques	“Available P in soils, sediments and waters of two catchments in the north of Portugal” Bernardete Vieira
15:15 – 15:30	“Malvidin-3-O-Monoglucoside (Mv3Glc) from red wine used as carbon source for microbial growth” Pedro E. S. Barbosa	“Application of structural equation models for the understanding of biodiversity loss in river” António Carlos Pinheiro Fernandes
15:30 – 15:45	“Managing grapevine stress responses through kaolin application: Effects on plant physiology and berry acidity” Sara Bernardo	“Uso da biorremediação na aquicultura” Maria Cristina Crispim
15:45 – 16:00	“Soluções baseadas em dados para viticultura de precisão” Luís Coutinho	“Olo River Reserved Fishing Area: management and conservation activities” António M. V. Martinho
16:00 – 16:15	“Recolha de Amostras no Âmbito da Viticultura” Rui Cláudio Constantino Madureira	“Ecotoxicidade de fungicidas avaliada no desenvolvimento embrionário de peixe-zebra” Raquel Vieira
16:45 – 17:00	“Storage effect on polyphenolic composition and biological activities of winery by-products against human clinical pathogens” Irene Gouvinhas	
17:00 – 17:30	Café	
17:30 – 18:30	Sessão de posters – Átrio dos auditórios do Complexo Laboratorial (01-27)	

Dia 18 de Maio

Complexo Laboratorial – 32 sessões paralelas

(10 min. de comunicação + 5 min. de discussão)

	Auditório 1	Auditório 2
Comunicações convidadas		
09:30 – 10:00	“O funcionamento do solo: a necessidade de uma abordagem holística” João Coutinho – UTAD	“Do consumers healthy food choices care about eco-friendly production?” Lívia Madureira – UTAD
Comunicações orais		
	Cadeias de produção Agroalimentar (Moderador José Moutinho Pereira)	Ambiente e Recursos Hídricos (Moderador Rui Cortes)
10:00 – 10:15	“Exogenous application of small peptide formulations alters anthocyanin synthesis and concentration in suspension-cultured grape berry cells” Mariana dos Santos Machado do Vale	“The role of a lateral flows and nitrate downslope transport in the validation of drastic results in mountainous catchments” Lisa Maria de Oliveira Martins
10:15 – 10:30	“Toxicity of phenolic extracts from chestnut burs after treatment by fungi” Paula Pinto	“Rainwater harvesting in catchments for agro-forestry uses: Balance between sustainability values and storage capacity” Daniela P. S. Terêncio
10:30 – 10:45	“Elderberry wastewater treatment by hydroxyl and sulphate radical-based oxidation” Carlos Amor	“What zooplankton community can say about the trophic state and water quality?-The case of Serra Serrada Reservoir” Ana Maria Antão-Geraldes
10:45 – 11:00	“Improving sweet cherry bioactive properties by innovative preharvest treatments: strategy to enhance their biological value” Alfredo Aires	“Utilização de esmectite enquanto adsorvente e suporte catalítico em processos de tratamento de efluentes agroindustriais” Vanessa Guimarães
11:00 – 11:30	Café	

	Auditório 1	Auditório 2
Comunicações orais		
	Solo e culturas (Moderador Henrique Trindade)	Ambiente e Recursos Hídricos (Moderador Luís Filipe Sanches Fernandes)
11:30 – 11:45	“Consequences of Zinc toxicity in the anatomy and cytology of three grapevine varieties” Cláudia M. O. Castro	“Hydrology and water resources in the Sabor river basin: current status and forecasts based on agriculture and demographic projections” Regina Santos
11:45 – 12:00	“Effect of temperature soil moisture on mineralization and nitrification rates in vineyard soil (Douro Valley and Vinhos Verdes regions)” Vanessa Almeida	“Restauração de rio urbano usando Biorremediação” Maria Cristina Crispim
		Cadeias de produção Agroalimentar
12:00 – 12:15	“Mineralização e lixiviação de N em estrumes aplicados ao solo” João Sousa	“Impacto ambiental de diferentes tratamentos na fração líquida de chorume proveniente vacas leiteiras” Carla Isabel Silva Miranda
12:15 – 12:30	“A study on the in vitro enzyme inhibitory properties of extracts obtained from selected species from Lamiaceae and Asteraceae family” Luís Félix	“Avaliação da sobrevivência do género Salmonella no processo de armazenamento de chorume de vacas leiteiras frísias” Ana Sofia P. C. Soares
12:30 – 12:45	“Biochar, compost and biochar-compost as soil amendments to a vineyard soil: effects on soil surface arthropods” Fátima Gonçalves	“Insights into the susceptibility to cavitation of Vitis vinifera L. Touriga-Franca and Touriga-Nacional grafted onto 110 R and 1103 P rootstocks” João Paulo de Sousa Coutinho
12:45 – 13:00	“Photosynthesis: Critical endpoint to assess the influence of soil titanium based nanoparticles on crops productivity” Cláudia S. M. da Silva	“Determinação do potencial produtivo de três castas brancas através do crescimento forçado de estacas” Ana Isabel Marques Monteiro
13:00 – 14:30 Almoço Livre		

Comunicações orais		
	Auditório 1	Auditório 2
	Tecno. Aplicadas ao Diagnóstico Ambiental (Moderador Renato F. Valles Júnior)	Bio-economia (Moderador Carlos Valera)
14:30 – 14:45	“Desenvolvimento de uma aplicação Web para a disponibilização de Informação Geográfica” Nathalie dos Santos Guimarães	“A regulated irrigation strategy in almond orchards from Northeast of Portugal: effect of variations in applied water on their yield components and nutritional quality” Alfredo Aires
14:45 – 15:00	“Caracterização termo-química da biomassa agroflorestal residual nas bacias hidrográficas dos Rios Ave e Sabor” Teresa Enes	“Monitoring causes of death in endangered species: a 10-year study in northern Portugal” Andreia Garcês
15:00 – 15:15	“Development of a new high-resolution dataset of daily temperature in Portugal from a geostatistical approach” André Ribeiro da Fonseca	“Fruit yield and quality of olives under different deficit irrigation strategies” Alexandre Gonçalves
15:15 – 15:30	“Fragilidade ambiental de uma microbacia, visando o desenvolvimento sustentável” Sérgio Campos	“Globalização e os povoados rurais invisíveis do baixo Rio Mearim – Maranhão, Brasil” Willian Carboni Viana
15:30 – 15:45	“Mapeamento da fertilidade dos solos no município de Monte Carmelo – MG” Adriane de Andrade Silva	“Mediterranean diet and sustainability challenges of food consumption and production” Susana Campos
15:45 – 16:00	“Evaluation of atmospheric models to predict and simulate precipitation in Portugal” Isilda Augusta L.P.C. Menezes	“Study of the effects of anthropogenic factors on the preservation of wild bird species in northern Portugal” Andreia Garcês
16:00 – 16:30	Café	
16:30 – 17:30	Sessão de posters – Átrio dos auditórios do Complexo Laboratorial (28-53)	
17:30-18.00	Sessão de encerramento – Auditório 1	
19:30	Jantar de Congresso no Restaurante Panorâmico da UTAD (mediante inscrição)	

Comunicações Orais

Ambiente e Recursos Hídricos

What zooplankton community can say about the trophic state and water quality? The case of Serra Serrada Reservoir

Ana Maria Antão-Geraldes^{1*}; Maria Cristina Crispim²

¹ CIMO, Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal. geraldes@ipb.pt

² Departamento de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, Brasil.

*author for correspondence

Abstract

Trends in zooplankton community were related to the variations in the trophic state and water quality, during the three phases of Serra Serrada reservoir cycle: (1) The maximum level phase that lasted from January to the beginning of June; (2) the emptying phase from mid-June to the beginning of September and (3) the minimum level phase between mid-September to the beginning of the first autumn/winter rain events. The ratio NCrust/NRot showed the highest role of rotifers in the zooplankton community in the low level phase. The ratio NLargeClad/NClad also showed a decreasing trend in the abundance of large-sized cladocerans for the same mentioned period. Redundancy analysis revealed a strong influence of temperature, chlorophyll *a*, soluble reactive phosphorous and total phosphorous to the observed significant associations between the zooplankton assemblage and environmental variables. Therefore, zooplankton community is suitable to be used as rapid indicator tools to detect variations in the trophic state and, consequently, in the water quality.

Keywords: Serra Serrada Reservoir; zooplankton community; trophic state; water quality.

Introduction

Reservoirs can provide large amount of water for several purposes. Anthropogenic activities in the reservoir catchment and vicinity cause intensification of surface runoff with an increase in eutrophication and threatening water quality. Runoff rates depend mainly on land use, vegetation cover and landscape mosaic (Leigh et al. 2015). As, zooplankton shows quick responses to environmental changes, it is considered to be a good indicator of ecosystem disturbance (Haberman & Haldna 2014).

Serra Serrada reservoir is located in the Portuguese part of the River Douro catchment (Latitude: 41°57'12''N; Longitude: 6° 46' 44'') and is subjected to intense water use. Therefore, the hydrological cycle of this reservoir was characterised by the following phases: (1) Maximum level phase, from January to the beginning of June; (2) Emptying phase, from mid June to the beginning of September; (3) Minimum level phase, from mid September to the beginning of the first autumn/winter rain events. The objectives of this study were to: (a) examine responses of zooplankton to changes in environmental variables as a consequence of water level fluctuations and (b) compare the values obtained for Carlson's Trophic State Index (based upon physical and chemical variables) to values obtained by several zooplankton metrics, in order to assess the role of zooplankton as an environmental indicator.

Methodology

Water samples were collected monthly in winter and biweekly in summer, from January 2000 to December 2002 at one single sampling station, located at the deepest point of the reservoir. Both, in 2010 and in 2015 samples were obtained seasonally. Both water and zooplankton sampling methodology are described in (Gerald e Boavida 2007).

To evaluate the association between taxa composition and environmental variables, a Redundancy Analysis (RDA) was performed. A Kruskal-Wallis test was performed for each environmental variable to determine whether the mean values obtained at the different water level phases were significantly different. To illustrate the role of zooplankton as a valuable environmental indicator, several zooplankton metrics were studied: (1) The trophic state index of rotifer abundance; (2) the ratio of crustacean abundance to rotifer abundance ($NCrust/NRot$) and (3) the ratio of large ($>10 \mu g$) cladoceran abundance to total cladoceran group abundance ($NLarge-Clad/NClad$) (Haberman & Haldna 2014)

Results and Discussion

Mean total phosphorus (TP), Nitrate ($N-NO_3$) and chlorophyll *a* (CHL) *a* concentrations, and conductivity were the highest during the minimum level phase. On the other hand, water transparency was the lowest during the same period. TP, conductivity and CHL *a* decreased during the maximum level phase. Mean $N-NO_3$ decreased during the emptying phase (Table 1). The increase in TP, SRP and CHL *a* concentrations and the decrease in water transparency during the emptying and minimum level phases could have been a consequence of the increment of suspended particulate material in the water column. This must be due to the water turbulence generated during the emptying phase. Moreover, the exposure of littoral sediments to cycles of drying and wetting, as a consequence of water level fluctuations, could have had implications on nutrient cycling, namely on phosphorus availability. In fact, littoral sediments that were periodically exposed during cycles of drying and wetting have less capacity to adsorb nutrients than those that remained inundated (e.g. Zohary & Ostrovsky 2011).

Zooplankton community was dominated by the species presented in Table 2. The RDA revealed a strong influence of temperature, CHL *a*, SRP and TP concentrations, to the observed significant associations between the zooplankton assemblage and environmental variables. (Figure 1).

The trophic state index for rotifer abundance also characterized the reservoir as meso-eutrophic. The other metrics (crustacean abundance to rotifer abundance and large cladoceran abundance to total cladoceran abundance) further supported the dominance of rotifers, which is typical of aquatic systems exposed to high levels of disturbance (Table 3). Despite of the rotifer dominance in all phases (except in the emptying) TSI_{Nrot} increased in the low level phase, when TP, SRP and CHL *a* concentrations increased and water transparency decreased. Crustacean/Rotifer ratio also followed the same variation pattern. Results for Large Cladocera/total Cladocera ratio were not so elucidative. However, in general, results obtained for Carlson's Trophic Index and for zooplankton metrics were all in the same line. Similar patterns were observed in other reservoirs subjected to periodic water level variations (e.g DeBoer et al 2016).

Conclusions

The present research has shown that zooplankton community has indicative ability. When the system was more oligotrophic (maximum level phase), indicator species of oligotrophic waters, such as *Daphnia longispina*, *Holopedium* and *Conochilus* increased their densities; when the

system became more eutrophic (emptying phase and minimum level phase) the dominant taxa were typical of eutrophic waters, such as *Keratella*, *Gastropus* and *T. prasinus*. These trends were also reflected by zooplankton metrics, which were in line with Carlson's Trophic State Index.

Table 1. Mean (\pm SD) values of the environmental variables and minimum-maximum range for pH obtained during the maximum level phase (1), the emptying phase (2) and the minimum level phase (3), and the results of the Kruskal-Wallis test. Abbreviations used in the RDA are in brackets ** $p < 0.01$; NS: not significant

Variables	1	2	3	P
Water transparency (m) (Secc.)	2.9 \pm 0.9	2.9 \pm 1.0	1.7 \pm 0.4	**
Water temperature ($^{\circ}$ C) (Temp.)	9.3 \pm 5.5	19.4 \pm 1.3	10.2 \pm 4.1	**
Dissolved oxygen (mg l ⁻¹) (DO)	8.6 \pm 1.6	8.4 \pm 0.9	8.6 \pm 1.5	NS
Conductivity (μ S cm ⁻¹) (Cond.)	6.0 \pm 1.5	8.3 \pm 0.8	8.1 \pm 1.5	**
pH (PH)	6.9-7.4	5.4-8.1	7.0-8.5	NS
N-NO ₃ (mg l ⁻¹) (NO ₃)	5.8 \pm 8.7	0.9 \pm 0.8	13.3 \pm 15.2	**
N-NH ₄ (mg l ⁻¹) (NH ₄)	0.2 \pm 0.5	0.1 \pm 0.2	0.4 \pm 0.8	NS
TP (μ g l ⁻¹) (TP)	59.9 \pm 25.3	70.1 \pm 19.2	82.0 \pm 11.4	**
SRP (μ g l ⁻¹) (SRP)	8.7 \pm 7.5	6.6 \pm 4.7	9.5 \pm 7.2	NS
Chlorophyll <i>a</i> (μ g l ⁻¹) (CHL a)	1.7 \pm 1.3	1.9 \pm 1.6	8.0 \pm 4.7	**

Table 2. The most common taxa of zooplankton community quantified using the mean (\pm SD) of the relative abundances during: (1) the maximum level phase; (2) the emptying phase; and (3) the minimum level phase. Taxa abbreviations used in the RDA are indicated in brackets.

	1	2	3
Rotifera	68.43 \pm 33.23	30.37 \pm 28.65	47.57 \pm 23.72
Cladocera	19.46 \pm 23.22	19.46 \pm 22.58	11.28 \pm 7.81
Copepoda	13.71 \pm 18.05	50.17 \pm 28.46	40.00 \pm 23.36
Rotifera			
<i>Asplanchna</i> (Aspl.)	20.89 \pm 29.48	4.37 \pm 8.92	6.03 \pm 12.33
<i>Conochilus</i> (Cono.)	26.46 \pm 33.55	2.59 \pm 7.46	3.67 \pm 6.40
<i>Gastropus</i> (Gast.)	0.21 \pm 0.83	0.47 \pm 1.72	0.35 \pm 0.63
<i>Hexarthra</i> . (Hexa.)	0.05 \pm 0.15	1.08 \pm 1.72	0.19 \pm 0.60
<i>Keratella</i> (Kera.)	7.38 \pm 14.04	16.82 \pm 28.21	16.06 \pm 24.05
<i>Polyarthra</i> (Poly.)	12.15 \pm 25.64	1.15 \pm 2.08	6.42 \pm 10.30
<i>Synchaeta</i> (Sync.)	2.20 \pm 4.70	2.63 \pm 3.84	17.83 \pm 19.74
Cladocera			
<i>Ceriodaphnia</i> (Cqua.)	6.97 \pm 18.41	22.17 \pm 24.89	7.71 \pm 8.19
<i>Daphnia</i> (Dlon.)	4.94 \pm 13.37	0.42 \pm 0.76	1.90 \pm 2.31
Copepoda			
<i>Tropocyclops</i> (Tpra.)	6.82 \pm 15.33	17.43 \pm 22.30	26.76 \pm 30.55
Nauplii (Naup)	11.93 \pm 19.76	30.87 \pm 28.53	13.00 \pm 13.42

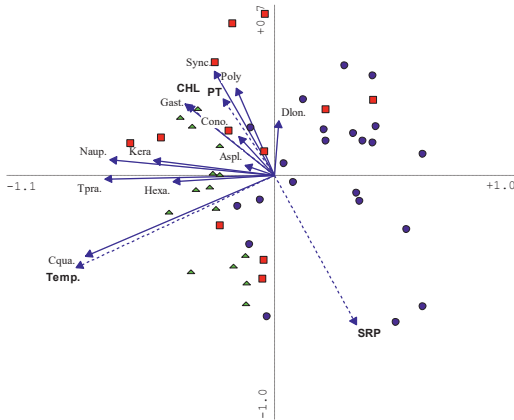


Fig. 1. RDA ordination diagram depicting the effects of environmental variables on Zooplankton community. Circles are the scatters for samples taken at the maximum level phase; triangles are for samples taken at the emptying phase and squares are for samples taken at the minimum level phase. Dashed arrows are the species and solid arrows are the environmental variables evidencing significant correlations with the canonical axes.

Table 4. Mean \pm SD values of Carlson's Trophic State Index and of zooplankton metrics range for pH obtained during the maximum level phase (1), the emptying phase (2) and the minimum level phase (3).

	1	2	3
CARLSON'S TROPHIC INDEX			
TSI (SD)	45.5 \pm 5.0	45.5 \pm 6.0	53.1 \pm 3.8
TSI (TP)	62.0 \pm 6.0	64.9 \pm 4.1	67.6 \pm 2.2
TSI (CHL)	31.4 \pm 10.4	33.9 \pm 9.9	49.7 \pm 5.2
ZOOPLANKTON METRICS			
TSI_{N rot}	63.0 \pm 12.1	65.5 \pm 8.3	70.3 \pm 7.2
Ncrus/Nrot	5.5 \pm 19.4	15.0 \pm 33.5	2.8 \pm 6.1
NLargeClad/NClad	0.3 \pm 0.3	0.1 \pm 0.2	0.4 \pm 0.4

References

- DeBoer JA, Webber CM, Dixon TA, Pope KL. The influence of a severe reservoir drawdown on springtime zooplankton and larval fish assemblages in Red Willow Reservoir, Nebraska. *Journal of Freshwater Ecology*. 2016; 31(1): 131-46.
- Geraldes AM, Boavida MJ. Zooplankton assemblages in two reservoirs: One subjected to accentuated water level fluctuations, the other with more stablewater levels. *Aquat Ecol*. 2007;41: 273-84.
- Haberman J, Haldna M. Indices of zooplankton community as valuable tools in assessing the trophic state and water quality of eutrophic lakes: long term study of Lake Vörtsjärv. *J. Limnol*. 2014; 73(2): 263-73.
- Leigh C, Watkinson A, Burford MA, Irstea UM. Effects of extreme inflows on the water quality and phytoplankton of seven reservoirs in subtropical Australia. *Inland Waters*. 2015; 5(3): 240-52.
- Zohary T, Ostrovsky I. Ecological impacts of excessive water level fluctuations in stratified freshwater lakes. *Inland Waters*. 2011; 1: 47-59