

SWMPPr: An R package for retrieving, organizing, and analyzing environmental data for estuaries

Marcus William Beck^{1, *}

1 ORISE Research Participation Program, USEPA National Health and Environmental Effects Research Laboratory, Gulf Ecology Division, 1 Sabine Island Drive, Gulf Breeze, FL 32651, USA

* beck.marcus@epa.gov

Abstract

Standardized monitoring programs have vastly improved the quantity and quality of data that form the basis of environmental decision-making. One example is the System Wide Monitoring Program (SWMP) that was implemented in 1995 by the federally-funded National Estuarine Research Reserve System (NERRS) . This program has provided two decades of continuous monitoring data at over 300 fixed stations in 28 estuaries across the United States. SWMP data have been used in a variety applications with the general objective of describing dynamics of estuarine ecosystems to better inform effective coastal management. However, simple tools for processing and evaluating the large and increasing quantity of data provided by the monitoring network have prevented large-scale comparisons between systems and, in some cases, simple trend analysis of water quality parameters at individual sites. We describe a new open-source software package, SWMPPr, developed in program R for use with SWMP environmental data. The package provides several functions that facilitate data retrieval, organization, and analysis of time series data to describe water quality, weather, and nutrient dynamics in the reserve estuaries. Previously unavailable functions for estuaries are also provided to estimate rates of ecosystem metabolism using the open-water method. Tools included with the SWMPPr package have facilitated a cross-reserve comparison of trends, including simple evaluation of changes over time and comparisons of patterns in primary productivity. Overall, the package provides an effective approach to link quantitative information with analysis tools that will greatly inform management programs aimed at coastal protection and restoration.

Introduction

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Curabitur eget porta erat. Morbi consectetur est vel gravida pretium. Suspendisse ut dui eu ante cursus gravida non sed sem. Nullam Eq. (1) sapien tellus, commodo id velit id, eleifend volutpat quam. Phasellus mauris velit, dapibus finibus elementum vel, pulvinar non tellus. Nunc pellentesque pretium diam, quis maximus dolor faucibus id. Nunc convallis sodales ante, ut ullamcorper est egestas vitae. Nam sit amet enim ultrices, ultrices elit pulvinar, volutpat risus.

$$D_{coll} = \frac{D_f + \frac{[S]^2}{K_D S_T} D_S}{1 + \frac{[S]^2}{K_D S_T}}, D_{sm} = \frac{D_f + \frac{[S]}{K_D} D_S}{1 + \frac{[S]}{K_D}}, \quad (1)$$

Materials and Methods

Etiam eget sapien nibh.

Nulla mi mi, Fig. 1 venenatis sed ipsum varius, volutpat euismod diam. Proin rutrum vel massa non gravida. Quisque tempor sem et dignissim rutrum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi at justo vitae nulla elementum commodo eu id massa. In vitae diam ac augue semper tincidunt eu ut eros. Fusce fringilla erat porttitor lectus cursus, S1 Video vel sagittis arcu lobortis. Aliquam in enim semper, aliquam massa id, cursus neque. Praesent faucibus semper libero.

Figure 1. Figure Title first bold sentence Nulla mi mi, venenatis sed ipsum varius, volutpat euismod diam. Figure Caption Proin rutrum vel massa non gravida. Quisque tempor sem et dignissim rutrum. A: Lorem ipsum dolor sit amet. B: Consectetur adipiscing elit.

1. react
2. diffuse free particles
3. increment time by dt and go to 1

Results

Nulla mi mi, venenatis sed ipsum varius, Table 1 volutpat euismod diam. Proin rutrum vel massa non gravida. Quisque tempor sem et dignissim rutrum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi at justo vitae nulla elementum commodo eu id massa. In vitae diam ac augue semper tincidunt eu ut eros. Fusce fringilla erat porttitor lectus cursus, vel sagittis arcu lobortis. Aliquam in enim semper, aliquam massa id, cursus neque. Praesent faucibus semper libero.

Table 1. Table caption Nulla mi mi, venenatis sed ipsum varius, volutpat euismod diam.

Heading1				Heading2			
cell1row1	cell2 row 1	cell3 row 1	cell4 row 1	cell5 row 1	cell6 row 1	cell7 row 1	cell8 row 1
cell1row2	cell2 row 2	cell3 row 2	cell4 row 2	cell5 row 2	cell6 row 2	cell7 row 2	cell8 row 2
cell1row3	cell2 row 3	cell3 row 3	cell4 row 3	cell5 row 3	cell6 row 3	cell7 row 3	cell8 row 3

Table notes Phasellus venenatis, tortor nec vestibulum mattis, massa tortor interdum felis, nec pellentesque metus tortor nec nisl. Ut ornare mauris tellus, vel dapibus arcu suscipit sed.

LOREM and IPSUM Nunc blandit a tortor.

Maecenas convallis mauris sit amet sem ultrices gravida. Etiam eget sapien nibh. Sed ac ipsum eget enim egestas ullamcorper nec euismod ligula. Curabitur fringilla pulvinar lectus consectetur pellentesque. Quisque augue sem, tincidunt sit amet feugiat eget, ullamcorper sed velit. Sed non aliquet felis. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris commodo justo ac dui pretium imperdiet. Sed suscipit iaculis mi at feugiat.

Sed ac quam id nisi malesuada congue.

Nulla mi mi, venenatis sed ipsum varius, volutpat euismod diam. Proin rutrum vel massa non gravida. Quisque tempor sem et dignissim rutrum. Lorem ipsum dolor sit

amet, consectetur adipiscing elit. Morbi at justo vitae nulla elementum commodo eu id massa. In vitae diam ac augue semper tincidunt eu ut eros. Fusce fringilla erat porttitor lectus cursus, vel sagittis arcu lobortis. Aliquam in enim semper, aliquam massa id, cursus neque. Praesent faucibus semper libero.

Subsection 1

Nulla mi mi, venenatis sed ipsum varius, volutpat euismod diam. Proin rutrum vel massa non gravida. Quisque tempor sem et dignissim rutrum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi at justo vitae nulla elementum commodo eu id massa. In vitae diam ac augue semper tincidunt eu ut eros. Fusce fringilla erat porttitor lectus cursus, vel sagittis arcu lobortis. Aliquam in enim semper, aliquam massa id, cursus neque. Praesent faucibus semper libero.

Subsection 2

3rd Level Heading. Nulla mi mi, venenatis sed ipsum varius, volutpat euismod diam. Proin rutrum vel massa non gravida. Quisque tempor sem et dignissim rutrum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi at justo vitae nulla elementum commodo eu id massa. In vitae diam ac augue semper tincidunt eu ut eros. Fusce fringilla erat porttitor lectus cursus, vel sagittis arcu lobortis. Aliquam in enim semper, aliquam massa id, cursus neque. Praesent faucibus semper libero.

Discussion

Nulla mi mi, venenatis sed ipsum varius, Table 1 volutpat euismod diam. Proin rutrum vel massa non gravida. Quisque tempor sem et dignissim rutrum. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi at justo vitae nulla elementum commodo eu id massa. In vitae diam ac augue semper tincidunt eu ut eros. Fusce fringilla erat porttitor lectus cursus, vel sagittis arcu lobortis. Aliquam in enim semper, aliquam massa id, cursus neque. Praesent faucibus semper libero.

LOREM and IPSUM Nunc blandit a tortor.

CO₂ Maecenas convallis mauris sit amet sem ultrices gravida. Etiam eget sapien nibh. Sed ac ipsum eget enim egestas ullamcorper nec euismod ligula. Curabitur fringilla pulvinar lectus consectetur pellentesque. Quisque augue sem, tincidunt sit amet feugiat eget, ullamcorper sed velit.

Sed non aliquet felis. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Mauris commodo justo ac dui pretium imperdiet. Sed suscipit iaculis mi at feugiat. Ut neque ipsum, luctus id lacus ut, laoreet scelerisque urna. Phasellus venenatis, tortor nec vestibulum mattis, massa tortor interdum felis, nec pellentesque metus tortor nec nisl. Ut ornare mauris tellus, vel dapibus arcu suscipit sed. Nam condimentum sem eget mollis euismod. Nullam dui urna, gravida venenatis dui et, tincidunt sodales ex. Nunc est dui, sodales sed mauris nec, auctor sagittis leo. Aliquam tincidunt, ex in facilisis elementum, libero lectus luctus est, non vulputate nisl augue at dolor. For more information, see S1 Text.

Supporting Information 76

S1 Video 77

Bold the first sentence. Maecenas convallis mauris sit amet sem ultrices gravida. 78
Etiam eget sapien nibh. Sed ac ipsum eget enim egestas ullamcorper nec euismod ligula. 79
Curabitur fringilla pulvinar lectus consectetur pellentesque. 80

S1 Text 81

Lorem Ipsum. Maecenas convallis mauris sit amet sem ultrices gravida. Etiam eget 82
sapien nibh. Sed ac ipsum eget enim egestas ullamcorper nec euismod ligula. Curabitur 83
fringilla pulvinar lectus consectetur pellentesque. 84

S1 Fig 85

Lorem Ipsum. Maecenas convallis mauris sit amet sem ultrices gravida. Etiam eget 86
sapien nibh. Sed ac ipsum eget enim egestas ullamcorper nec euismod ligula. Curabitur 87
fringilla pulvinar lectus consectetur pellentesque. 88

S2 Fig 89

Lorem Ipsum. Maecenas convallis mauris sit amet sem ultrices gravida. Etiam eget 90
sapien nibh. Sed ac ipsum eget enim egestas ullamcorper nec euismod ligula. Curabitur 91
fringilla pulvinar lectus consectetur pellentesque. 92

S1 Table 93

Lorem Ipsum. Maecenas convallis mauris sit amet sem ultrices gravida. Etiam eget 94
sapien nibh. Sed ac ipsum eget enim egestas ullamcorper nec euismod ligula. Curabitur 95
fringilla pulvinar lectus consectetur pellentesque. 96

Acknowledgments 97

Cras egestas velit mauris, eu mollis turpis pellentesque sit amet. Interdum et malesuada 98
fames ac ante ipsum primis in faucibus. Nam id pretium nisi. Sed ac quam id nisi 99
malesuada congue. Sed interdum aliquet augue, at pellentesque quam rhoncus vitae. 100

References