

**Jorge González Aguilera
Alan Mario Zuffo
(Organizadores)**



**Ciências Exatas e da
Terra e a Dimensão
Adquirida através da
Evolução Tecnológica 2**

Atena
Editora
Ano 2019

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

(Organizadores)

**Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão
Adquirida através da Evolução Tecnológica
2**

**Atena Editora
2019**

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Karine de Lima
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C569 Ciências exatas e da terra e a dimensão adquirida através da evolução tecnológica 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Jorge González Aguilera, Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida Através da Evolução Tecnológica; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-473-3

DOI 10.22533/at.ed.733191107

1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia.
I. Aguilera, Jorge González. II. Zuffo, Alan Mario

CDD 509.81

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2019

APRESENTAÇÃO

A obra “*Ciências Exatas e da Terra e a Dimensão Adquirida através da Evolução Tecnológica vol. 2*” aborda uma publicação da Atena Editora, apresenta, em seus 28 capítulos, conhecimentos tecnológicos e aplicados as Ciências Exatas e da Terra.

Este volume dedicado à Ciência Exatas e da Terra traz uma variedade de artigos que mostram a evolução tecnológica que vem acontecendo nestas duas ciências, e como isso tem impactado a vários setores produtivos e de pesquisas. São abordados temas relacionados com a produção de conhecimento na área da matemática, química do solo, computação, geoprocessamento de dados, biodigestores, educação ambiental, manejo da água, entre outros temas. Estas aplicações visam contribuir no aumento do conhecimento gerado por instituições públicas e privadas no país.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Exatas e da Terra, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área da Física, Matemática, e na Agronomia e, assim, contribuir na procura de novas pesquisas e tecnologias que possam solucionar os problemas que enfrentamos no dia a dia.

Jorge González Aguilera

Alan Mario Zuffo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A GESTÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DE PERNAMBUCO: ANÁLISE DO POTENCIAL DE USO	
Margarida Regueira da Costa Alexandre Luiz Souza Borba Fernanda Soares de Miranda Torres	
DOI 10.22533/at.ed.7331911071	
CAPÍTULO 2	7
APLICAÇÃO DA ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO DIAGNÓSTICO DO PROCESSO DE SALINIZAÇÃO EM AÇUDES DO SEMIÁRIDO NORDESTINO, CEARÁ/BRASIL	
José Batista Siqueira Sanmy Silveira Lima	
DOI 10.22533/at.ed.7331911072	
CAPÍTULO 3	18
AQUÍFERO DUNAS-POTENGI: DISPONIBILIDADE E POTENCIALIDADE DAS ÁGUAS EM NATAL – RN	
Melquisedec Medeiros Moreira Newton Moreira de Souza Miguel Dragomir Zanic Cuellar Kátia Alves Arraes	
DOI 10.22533/at.ed.7331911073	
CAPÍTULO 4	27
AS ÁGUAS DO AQUÍFERO ALUVIONAR JAGUARIBE E SUA RELAÇÃO COM O USO/OCUPAÇÃO DO SOLO: ÁREA PILOTO DE SÃO JOÃO DO JAGUARIBE – CEARÁ	
Antônio Flávio Costa Pinheiro Itabaraci Nazareno Cavalcante Alexsandro dos Santos Garcês Rafael Mota de Oliveira Emanuel Arruda Pinho	
DOI 10.22533/at.ed.7331911074	
CAPÍTULO 5	42
CULTURA DE SEGURANÇA EM LABORATÓRIOS DE PESQUISA DA ÁREA QUÍMICA	
Milson dos Santos Barbosa Débora da Silva Vilar Aline Resende Dória Isabelle Maria Gonzaga Duarte Dara Silva Santos Lays Ismerim Oliveira Géssica Oliveira Santiago Santos Luiz Fernando Romanholo Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.7331911075	

CAPÍTULO 6 53

DESENVOLVIMENTO E VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA ANALÍTICA PARA DETERMINAÇÃO DE FORMALDEÍDO EM COSMÉTICOS

Helder Lopes Vasconcelos
Andressa Almeida

DOI 10.22533/at.ed.7331911076

CAPÍTULO 7 63

DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE DAS CONCENTRAÇÕES DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA DO RIO QUARAÍ, NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Mayara Torres Mendonça
Clamarion Maier
Edenir Luís Grimm
Gustavo Henrique Merten
Jainara Fresinghelli Netto
Ricardo Boscaini
Miriam Fernanda Rodrigues
Thais Palumbo Silva
Franciele de Bastos
Raí Ferreira Batista
Suélen Matiasso Fachi

DOI 10.22533/at.ed.7331911077

CAPÍTULO 8 76

DETERMINAÇÃO DE PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DE POÇOS DE CAPTAÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS AQUÍFEROS DO ESTADO DE SÃO PAULO

César de Oliveira Ferreira Silva
Manuel Enrique Gamero Guandique

DOI 10.22533/at.ed.7331911078

CAPÍTULO 9 84

DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR CALIBRATION OF METEOROLOGICAL SENSORS. CASE STUDY: CALIBRATION OF A TIPPING-BUCKET RAIN GAUGE AND DATA-LOGGER SET

Márcio Antônio Aparecido Santana
Patrícia Lúcia de Oliveira Guimarães
Luca Giovanni Lanza

DOI 10.22533/at.ed.7331911079

CAPÍTULO 10 93

DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE E SAÚDE AMBIENTAL DO MERCADO DO PEIXE, SÃO LUÍS - MARANHÃO

Marcelo Vieira Sodré Barbosa
Ana Carolina Lopes Ozorio
Itapotiarã Vilas Bôas

DOI 10.22533/at.ed.73319110710

CAPÍTULO 11 100

ESTUDO DA SÍNTESE SEM SOLVENTE DE ZEÓLITAS UTILIZANDO DIFERENTES LÍQUIDOS IÔNICOS COMO AGENTES DIRECIONADORES DE ESTRUTURA

Iemedelais Bordin
Victor de Aguiar Pedott
Elton Luis Hillesheim
Rogério Marcos Dallago
Marcelo Luís Mignoni

DOI 10.22533/at.ed.73319110711

CAPÍTULO 12 109

GEOPROCESSAMENTO PARA DELIMITAÇÃO DE APPS E ESTUDO DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL NAS MARGENS DO BEIJA-FLOR, MUNICÍPIO DE MAZAGÃO-AP

Kerlency Maria Farias Santos
Rudney Lobato Furtado
Mariano Araújo Bernadino Rocha
Olavo Bilac Quaresma de Oliveira Filho

DOI 10.22533/at.ed.73319110712

CAPÍTULO 13 124

GEOQUÍMICA E QUALIDADE DE ÁGUAS NATURAIS DE NASCENTES DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINAS, SÃO PAULO

Rafael Bassetto Ferreira
Wanilson Luiz Silva

DOI 10.22533/at.ed.73319110713

CAPÍTULO 14 138

IMPACTOS POTENCIAIS DOS ROMPIMENTOS DE BARRAGENS NÃO-SEGURAS NO USO DA ÁGUA NA BACIA DO PARAÓPEBA, MINAS GERAIS

Luciana Eler França
Fernando Figueiredo Goulart
Carlos Bernardo Mascarenhas Alves

DOI 10.22533/at.ed.73319110714

CAPÍTULO 15 153

MODELAGEM DE ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO DE SOLO REFORÇADO NO SISTEMA TERRAMESH

Taila Ester dos Santos de Souza
Carlos Alberto Simões Pires Wayhs
Alan Donassollo

DOI 10.22533/at.ed.73319110715

CAPÍTULO 16 167

POTENCIALIDADES DOS AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO VERDE GRANDE E SUAS RELAÇÕES COM OS DOMÍNIOS CLIMÁTICOS E HIDROGEOLÓGICOS

Estefânia Fernandes dos Santos
Leila Nunes Menegasse Velasquez

DOI 10.22533/at.ed.73319110716

CAPÍTULO 17 182

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO OESTE DE SANTA CATARINA, BRASIL

Janete Facco
Fabio Luiz Carasek
Sival Francisco de Oliveira Junior
Luiz Fernando Scheibe
Manuela Gazzoni dos Passos
Mariana Muniz Blank

DOI 10.22533/at.ed.73319110717

CAPÍTULO 18 197

RAIZ DO CAPIM VETIVER: UMA FONTE ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

Felipe Coelho Vieira
Alan Rodrigues Teixeira Machado
Marcelo Segala Xavier
Jussara Vitória Reis

DOI 10.22533/at.ed.73319110718

CAPÍTULO 19 210

RELAÇÃO EXISTENTE ENTRE AS CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS DE UMA REGIÃO DO CERRADO MARANHENSE E OS IMPACTOS AMBIENTAIS OCORRENTES NO LOCAL

Karla Bianca Novaes Ribeiro
Kely Silva dos Santos
Karine Silva Araujo
Mayanna de Kássia Silva Rodrigues
James Werllen de Jesus Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.73319110719

CAPÍTULO 20 219

RELEVO COMO FATOR INTENSIFICADOR DAS ONDAS DE CALOR EM ALAGOAS

Dálete Maria Lima de Sousa
Anne Karolyne Pereira da Silva
Rafael Wendell Barros Forte da Silva
João Vitor Benevides de Castro
Francisco de Assis Franco Vieira
David Harley de Oliveira Saraiva

DOI 10.22533/at.ed.73319110720

CAPÍTULO 21 233

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E BIOQUÍMICAS DE MILHO (ZEA MAYS L.) EXPOSTAS A ÁCIDO HÚMICO

Monique Ellen Farias Barcelos
Leonardo Barros Dobbss
Amanda Azevedo Bertolazi
Alessandro Coutinho Ramos
Ian Drumond Duarte
Lívia Dorsch Rocha
Leonardo Valandro Zanetti
Silvia Tamie Matsumoto

DOI 10.22533/at.ed.73319110721

CAPÍTULO 22	247
SUPORTES HÍBRIDOS DE SÍLICA-MONOSSACARÍDEOS: MATERIAIS POTENCIAIS PARA IMOBILIZAÇÃO DE PEROXIDASE RAP - TOYOBO	
Ivan Martins Barreto	
Maria Antônia Carvalho Lima Jesus	
Djalma Menezes De Oliveira	
Ronaldo Costa Santos	
Alini Tinoco Fricks	
Heiddy Márquez Alvarez	
DOI 10.22533/at.ed.73319110722	
CAPÍTULO 23	256
USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BACIA DO RIO PUNHAÍ, LITORAL NORTE DA BAHIA	
Ricardo Acácio de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.73319110723	
CAPÍTULO 24	263
ADMINISTRAÇÃO: FERRAMENTA DE CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO	
Esmeraldo Bezerra de Melo Junior	
Claudio Jorge Gomes da Rocha Junior	
DOI 10.22533/at.ed.73319110724	
CAPÍTULO 25	275
ORGANIZAÇÃO SOCIAL DOS PRODUTORES DE BANANA DOS MUNICÍPIOS DE PRESIDENTE FIGUEIREDO E RIO PRETO DA EVA, AMAZONAS E PARTICIPAÇÃO DO GOVERNO PARA A SUSTENTABILIDADE DA CULTURA	
Maricleide Maia Said	
Luiz Antonio de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.73319110725	
CAPÍTULO 26	287
AGROECOLOGIA E RE(EXISTÊNCIAS): CONTRIBUIÇÃO DA AGRICULTURA FAMILIAR DE BASE AGROECOLÓGICA COMO PASSO PARA GARANTIA DA SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL EM UM ACAMPAMENTO NO SERTÃO PARAIBANO	
Luymara Pereira Bezerra de Almeida	
Helena Cristina Moura Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.73319110726	
CAPÍTULO 27	299
LEVANTAMENTO DE MOSCAS BRANCAS (<i>Bemisia tabaci</i>) NA CULTURA SOJA, EM UM MUNICÍPIO DO NOROESTE DO RS: ANO I	
Isaura Luiza Donati Linck	
Antônio Luis Santi	
Ezequiel Zibetti Fornari	
Luis Felipe Rossetto Gerlach	
Fernanda Marcolan de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.73319110727	

CAPÍTULO 28 305

QUANTIFICAÇÃO DE MICRO-ORGANISMOS E CLASSIFICAÇÃO DE SUA ATIVIDADE ENZIMÁTICA
PROTEOLÍTICA E LIPOLÍTICA EM LEITE CRUCAPTADO EM LATICÍNIOS NO MUNICÍPIO DE
PIUMHI-MG

Maria Clara de Freitas Guimarães Santos

Eudoro da Costa Lima Neto

Talitha Oliveira de Rezende

Leonardo Borges Acurcio

DOI 10.22533/at.ed.73319110728

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 317

DETERMINAÇÃO DA CURVA-CHAVE DAS CONCENTRAÇÕES DE SEDIMENTOS EM SUSPENSÃO NA BACIA DO RIO QUARAÍ, NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Mayara Torres Mendonça

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Clamarion Maier

Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento
Cidade – Estado

Edenir Luís Grimm

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Farroupilha
Alegrete – Rio Grande do Sul

Gustavo Henrique Merten

Minnessota University
Duluth – Minnessota (EUA)

Jainara Fresinghelli Netto

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Farroupilha
Alegrete – Rio Grande do Sul

Ricardo Boscaini

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Miriam Fernanda Rodrigues

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Thais Palumbo Silva

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Franciele de Bastos

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Raí Ferreira Batista

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Suélen Matiasso Fachi

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – Rio Grande do Sul

RESUMO: Analisar e quali-quantificar o fluxo de sedimentos transportados ao longo de uma bacia hidrográfica tem forte influência em vários segmentos dos quais a bacia abrange, como a preservação da vida aquática, dos animais habitantes do local e do tratamento e aproveitamento pelo homem dos recursos hídricos disponíveis. Diante disso, o objetivo principal deste trabalho foi determinar as descargas sólidas em suspensão existentes na bacia hidrográfica do Rio Quaraí, como uso do solo predominantemente agropecuário. O ponto de monitoramento está localizado na porção intermediária da bacia, e os dados utilizados foram provenientes de campanhas de amostragem realizada no município de Quaraí (RS), pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Foram utilizados os valores de vazão e concentração de sedimentos em suspensão para obter-se as descargas sólidas em suspensão. Com base nos dados hidrossedimentológicos, traçou-se a curva-chave para os sedimentos. Diante dos valores calculados pode-se verificar

que as coletas foram realizadas predominantemente durante períodos de baixa vazão, onde o transporte de sedimentos é menor. Entretanto, a fim de orientar a aquisição de dados com maior confiabilidade na série temporal, é necessário que o monitoramento disponha de períodos de monitoramento de altas vazões. Diante disso, o presente estudo descreve uma proposta que utiliza o turbidímetro como medida indireta, possibilitando amostragens de alta frequência temporal, complementando a amostragem e determinando a dinâmica entre vazão e concentração de sedimentos em suspensão.

PALAVRAS-CHAVE: Fluxo de sedimentos; Descarga sólida; Bacia hidrográfica.

ABSTRACT: Analyzing and qualifying the flow of sediment transported along a river basin has a strong influence in several sectors to which the watershed, such as the preservation of aquatic life, the animals inhabiting the site, the treatment and use by man of water resources available. Taking into account such considerations, the present work was done in the watershed of the Quaraí River, in which the main use is agriculture and cattle raising. The main objective of this work was to determine the solid discharges in suspension in the watershed. The point that was studied is located in an intermediate point of the watershed and the data used came from collection campaigns carried out in the city of Quaraí (RS), by the Company of Research of Mineral Resources (CPRM). Streamflow and sediment concentration in suspension were used to obtain solid discharges in suspension. Based on the hydrosedimentometric data, the key curve for the sediments was plotted. The values obtained through the calculations made in an Excel spreadsheet, showed that the collections were made in the majority at low flow, where the transport of sediment is smaller. In order to guide how to acquire a greater reliability in the data series, where it is necessary to register in high streamflow. A proposal was described, which uses the turbidimeter as an indirect measure, which is able to perform sampling with a high temporal frequency, in order to complement the absence of sediment concentration information in suspension.

KEYWORDS: Sediment flow; solid discharge; watershed.

1 | INTRODUÇÃO

A erosão do solo e a produção de sedimentos têm sido alvo de frequentes preocupações no decorrer das últimas décadas, sobretudo pelo fato de serem estritamente relacionadas ao controle de uso do solo e da água. O solo é um dos elementos da natureza mais explorados pelo homem, principalmente em atividades agrícolas e pecuárias. O manejo inadequado, das áreas exploradas, tem sido mencionado como fator de aceleração do processo natural de erosão do solo (Zhang et al., 2017; Diwediga et al., 2018). Portanto, quantificar sua perda, sobretudo em bacias hidrográficas, onde seu uso e ocupação tomam proporções intensas, é um fator de extrema importância não só para a ciência, como para todos aqueles que direta ou indiretamente são beneficiados com a sua subsistência. Os processos erosivos

e de sedimentação em uma bacia hidrográfica transcrevem inúmeros problemas a vários setores da população. Em solos com alta produtividade agrícola, por exemplo, o processo erosivo causa a remoção da camada fértil do solo e a deposição de sedimentos nos campos de produção acarretando danos no local de origem (*“on-site”*) e fora dele (*“off-site”*) (Zhang et al., 2017; Diwediga et al., 2018).

O estudo da quantidade de sedimentos transportados em um rio é um conhecimento indispensável quando se trata do aproveitamento e planejamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, levando em conta que a proveniência e a quantidade de sedimentos existentes serão os fatores que determinarão a intensidade dos danos causados ao longo do tempo. A produção de sedimentos (PS) caracteriza-se como a quantidade de sedimentos transportados para o meio externo de uma bacia hidrográfica ou de qualquer área analisada. Denominada como parte de determinado material que tenha sofrido erosão em dada bacia, vertente ou canal fluvial, transportado até um local diferente do anterior. A PS é uma questão considerável quando o assunto é o manejo e o uso do solo e da água, não só pelo fato de tal processo ser causador do fenômeno de erosão, problema com o qual nos deparamos com frequência e que causa relevantes danos ao meio ambiente, como também por este ser um fator acarretador de sérios prejuízos à vida dos animais aquáticos que habitam esses locais, levando até eles sedimentos contaminados que poderão condenar sua sobrevivência, além de prejudicar de forma abrangente o curso de reservatórios e rios dessas bacias. Neste contexto, os modelos hidrológicos e de erosão possibilitam mapear e quantificar a PS para diferentes usos do solo que podem ser informações importantes para o manejo de bacias hidrográficas (Palazón & Navas, 2016)

Embora seja um assunto de suma importância para diversos ramos da sociedade, ainda é uma questão pouco abordada acadêmica e cientificamente. Estudos relacionados à produção de sedimentos, ao destino dado à eles e ao correto manejo de bacias são parâmetros pouco estudados e analisados quando comparados à importância que se têm ao meio ambiente e à economia, pois são quesitos que interferem em vários aspectos da vida cotidiana e que muitas vezes passam despercebidos quando equiparados a outras questões consideradas cruciais à sobrevivência humana e a qualidade de vida da população.

Uma das maneiras mais abrangentes de se quali-quantificar a intensidade dos impactos causados pela erosão do solo em uma bacia hidrográfica baseia-se na coleta e/ou monitoramento de dados hidrossedimentológicos. Dentro deste contexto, o trabalho foi realizado na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, região onde há forte predominância de atividades agropecuárias e há necessidade de pesquisas relacionadas ao tema. O estudo teve como objetivo principal a determinação das descargas sólidas em suspensão na estação sedimentométrica do Rio Quaraí. As descargas diárias de sedimentos em suspensão foram geradas a partir da série de dados diários de vazão líquida, utilizando curvas-chaves de sedimentos traçadas para estação, de acordo com as metodologias apresentadas na literatura. A realização da

pesquisa baseou-se nos dados fornecidos pela Agência Nacional das Águas (ANA) e pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), entre os anos de 1997 e 2014, estimando-se um período de coleta de dezessete anos.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O trabalho foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio Quaraí, localizado na fronteira oeste do estado do Rio Grande do Sul e região nordeste do Uruguai como mostra na Figura 2. O Rio Quaraí, com 351 km de comprimento, é tributário do Rio Uruguai e faz parte da bacia da Prata.

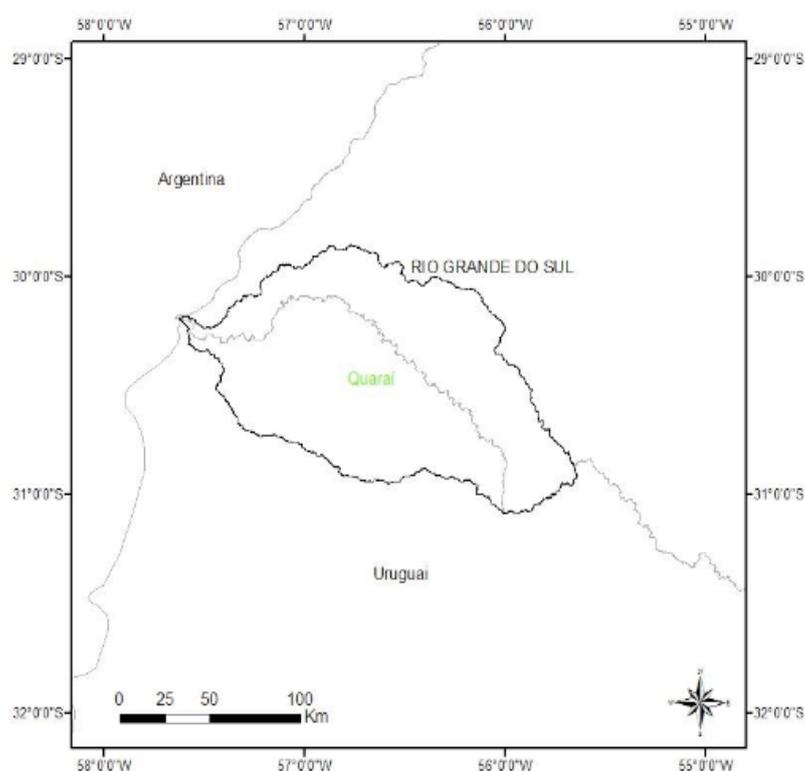


Figura 1. Mapa de localização da bacia hidrográfica transfronteiriça do Rio Quaraí/Cuareim na fronteira do Brasil e do Uruguai. Fonte: ANA (2015)

Segundo Buffon (2008), em território brasileiro, a bacia hidrográfica do Rio Quaraí possui uma área aproximada de 6.701,02 Km², e localiza-se ao oeste do Estado (RS), entre as coordenadas geográficas 29°50' e 31°05' de latitude Sul e 55°37' e 57°37' de longitude Oeste. A superfície da bacia engloba quatro municípios brasileiros: Barra do Quaraí, Quaraí, Santana do Livramento e Uruguaiana (Tabela 1).

Município	Contagem da População 2007 IBGE			Área do município (Km ²)	Área do município na Bacia (Km ²)	% da área do município na bacia	% de população urbana na bacia	% da densidade de população rural na bacia
	Total	Urbana	Rural					
Quaraí	22552	20658	1894	3147,111	2059,089	65,42791	88,34623	14,76093
Santana do Livramento	83479	75338	8141	6949,477	2158,427	31,05883	-	28,73237
Barra do Quaraí	3776	2725	1051	1057,971	634,0582	59,93154	11,65377	24,36547
Uruguiana	123743	116261	7482	5709,537	1849,447	32,39224	-	32,14124

Tabela 1. População e superfície da bacia hidrográfica do Rio Quaraí.

Fonte: Buffon (2008).

O Rio Quaraí é o curso d'água principal da bacia, delimitando a fronteira entre o Brasil e Uruguai e tem como principal efluente de despejo urbano a cidade de Quaraí e a montante a cidade de Barra do Quaraí (BUFFON, 2008). A origem do rio Quaraí é nas proximidades da vila de Masolle no Uruguai.

A bacia do Rio Quaraí sendo transfronteiriça, possui uma área total de 14.800 Km², com 44% de seu território pertencendo ao Brasil e 56% de seu território pertencendo ao Uruguai. Tanto na área uruguiaia como no lado brasileiro o principal uso da água desta bacia é a irrigação, especialmente na cultura do arroz, e a dessedentação de uma pecuária extensiva. A bacia tem uma definição da sazonalidade hidrológica, com tendência a seca no verão (o período de dezembro a fevereiro), entretanto, nesse período a precipitação média pode ser elevada, quando comparada a outras bacias. As inundações constantes, particularmente nas áreas urbanas ribeirinhas ao rio Quaraí, são o principal problema relacionado a recursos hídricos atualmente, assim como o lançamento de esgoto doméstico e conflitos pelo uso da água. A baixa vazão e a alta demanda d'água para irrigação de lavouras de arroz ocasiona a escassez hídrica, sendo necessária a utilização de pequenos açudes para a irrigação (COLLISCHONN, 2011).



Figura 2. Bacia hidrográfica do Rio Quaraí. Fonte: ANA (2015)

2.2 Estação fluviométrica

A estação fluviométrica (código 77500000) de onde foram utilizados os dados da bacia estudada está localizada no município de Quaraí sob as coordenadas $30^{\circ} 23' 11''$ de latitude sul e $56^{\circ} 27' 35''$ de longitude oeste como mostra na Figura 3.

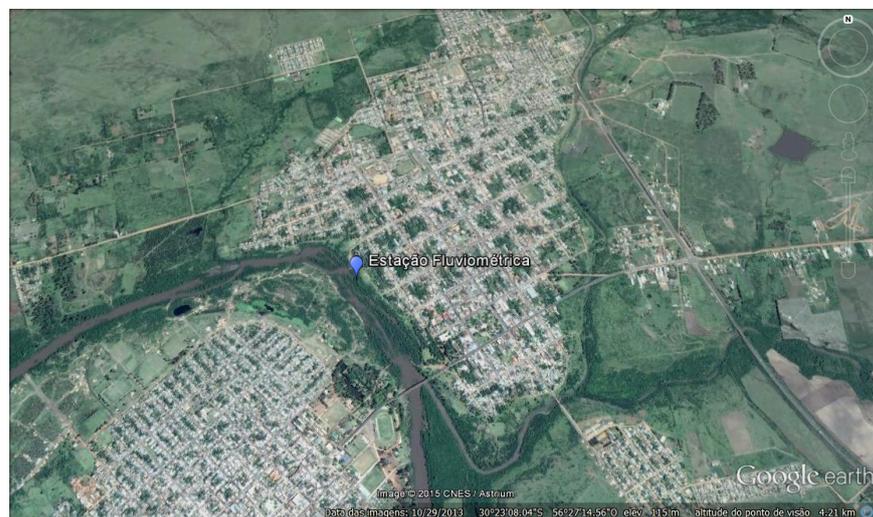


Figura 3. Localização da estação fluviométrica no município de Quaraí. Fonte: Google Earth 2015

Os dados utilizados no trabalho, são de um ponto do rio, em que foram elaborados a partir de campanhas de medição pela equipe de Hidrologia do Serviço Geológico do Brasil (CPRM). Esse ponto é próximo à estação fluviométrica e sedimentométrica monitorada pela CPRM em parceria com a Agência Nacional das Águas.

2.3 Determinação da descarga sólida em suspensão

Para determinar as curvas-chave a partir dos diferentes modelos optou-se por utilizar uma planilha no software Microsoft Excel, e os gráficos feitos no Sigma Plot. Os dados foram organizados randomicamente conforme os procedimentos estatísticos descritos por Rasmussen et al. (2009).

As descargas diárias de sedimentos em suspensão foram geradas a partir da série de dados diários de vazão líquida, utilizando curvas-chave de sedimentos traçadas para a estação, de acordo com as metodologias apresentadas na literatura (WALZON et al., 2005).

Para a obtenção das descargas sólidas em suspensão, utilizou-se a seguinte equação:

$$Q_{ss} = 0,0864 \cdot Q \cdot C_{ss} \quad (1)$$

onde: Q_{ss} = descarga sólida ou fluxo de sedimentos em suspensão (t/dia); Q = descarga líquida ou vazão (m^3/s); C_{ss} = concentração de sedimentos em suspensão (mg/L, ppm ou g/m^3). A constante que aparece na Eq.1 é originada simplesmente pela conversão das unidades das variáveis envolvidas (Q_{ss} ; Q e C_{ss}) num sistema coerente de medidas.

Os dados de vazão líquida, Q (m^3/s), e concentração de sedimentos em suspensão, C_{ss} (mg/L), coletados pela CPRM entre 1997 a 2014, foram transformados em valores logarítmicos ($\log Q$ com $\log C_{ss}$) e em seguida obteve-se a curva chave de sedimentos, utilizando-se as séries de dados de C_{ss} e Q da estação Quaraí (77500000). Este conjunto de dados então foram graficados, sendo os valores de $\log Q$ posicionados na abscissa e $\log C_{ss}$ nas ordenadas. Em cada gráfico ajustou-se uma equação de regressão linear e uma de regressão polinomial para o conjunto de pontos e verificou-se os respectivos coeficientes de determinação (R^2). Para o cálculo do fluxo de sedimentos diário foi utilizada a equação 1.

Os resultados das análises foram expressos por meio das comparações entre os fluxos estimados e os valores observados do posto utilizado nesse trabalho (MERTEN et al, 2006; MERTEN, 2010). Para a escolha da equação de regressão, utilizou-se a equação conforme Walling & Webb (1988) sugeriram.

$$Di = \frac{\sum_i^N (q_{ss})_A - \sum_i^N (q_{ss})_M}{\sum_i^N (q_{ss})_M} \cdot 100 \quad (2)$$

onde: Di = representa a porcentagem das diferenças (%), $\sum (q_{ss})_A$ = representa o somatório da estimada pela equação de ajuste da curva-chave de sedimentos (t), $\sum (q_{ss})_M$ é o valor do somatório da q_{ss} calculada através dos dados de C_{ss} medidos (t).

Neste trabalho, também foi utilizado um fator de correção empregado para corrigir

a tendência de subestimação dos valores determinados pela curva-chave devido a conversão de valores de escala logarítmica para aritmética (FERGUSON, 1986; ASSELMAN, 2000; HOROWITZ, 2003; HOROWITZ et al. 2014). Existem diversas maneiras de reparar este erro, neste caso empregado-se o fator “Smearing Factor”, definido pela equação 3, conforme Duan (1983).

$$\Sigma(q_{ss})_{CC} = \Sigma(q_{ss})_A \frac{\Sigma_i^N \exp(ei)}{N} \quad (3)$$

onde: $\Sigma(q_{ss})_{CC}$ é o valor resultante do somatório da q_{ss} estimada pela equação de ajuste da curva-chave de sedimentos (t) e corrigido pelo fator “Smearing”, $\Sigma(q_{ss})$ é o valor resultante do somatório das q_{ss} estimada pela equação de ajuste da curva-chave de sedimentos (t) não corrigida e e são os resíduos das diferenças entre os valores $(q_{ss})_M$ e $(q_{ss})_A$.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir desta correção foram estimados os valores de fluxo de sedimentos diários por meio das quatro equações: 1) linear sem correção do smearing factor; 2) polinomial sem smearing factor; 3) linear com smearing factor e 4) polinomial com smearing factor. Os quatros diferentes resultados do fluxo de sedimentos em suspensão (Q_{ss}) obtidos pelas equações, foram verificados em relação ao Q_{ss} resultante do cálculo com os dados de medição realizados pela CPRM. Foi calculado então, para cada fluxo estimado, um erro que consiste na diferença percentual entre valores estimados pelas equações testadas e o valor de fluxo de sedimentos medidos pela CPRM.

Após a sequência de cálculos, observou-se que todos os erros ficaram acima de 20%, que seria o erro aceitável conforme Sauer e Meyer, 1992; Horowitz, 2003, 2008, 2013 (Tabela 2). Outro fato observado foram os coeficientes de correlação (R^2), onde $R^2 = 0,3053$ (linear) e $R^2 = 0,3657$ (polinomial) podem ser considerados muito baixos (Figura 5).

Sem Smearing Factor		Com Smearing Factor	
Modelo Linear	Modelo Polinomial	Modelo Linear	Modelo Polinomial
%		%	
-69,48	-71,85	-67,04	-69,88

Tabela 2. Informações referente aos erros de estimativa da Q_{ss} baseado na curva-chave de sedimentos para modelos de ajuste linear e polinomial

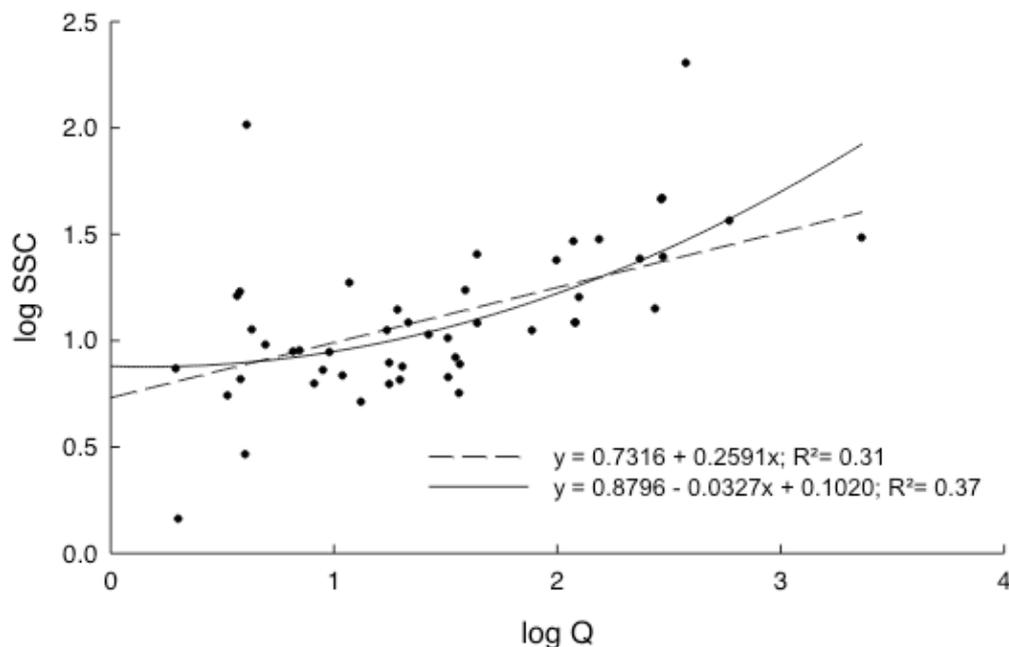


Figura 4. Curvas-chaves de sedimentos

Na tentativa de melhorar o erro e aumentar o coeficiente de correlação, foram extraídos alguns pontos discrepantes (que consistiam em 2 pontos) do conjunto de dados de acordo com o procedimento descrito por Horowitz et al. (2014). Após essa etapa, os coeficientes de correlação foram superiores a 0,5 (linear e polinomial), apesar disso, o erro persistiu sendo superior a 20% (Tabela 3 e Figura 5).

Sem Smearing Factor		Com Smearing Factor	
Modelo Linear	Modelo Polinomial	Modelo Linear	Modelo Polinomial
%		%	
-71,75	-92,91	-75,14	-60,29

Tabela 3. Informações referente aos erros de estimativa da C_{ss} baseado na curva-chave de sedimentos para modelos de ajuste linear e polinomial após a retirada de dados discrepantes.

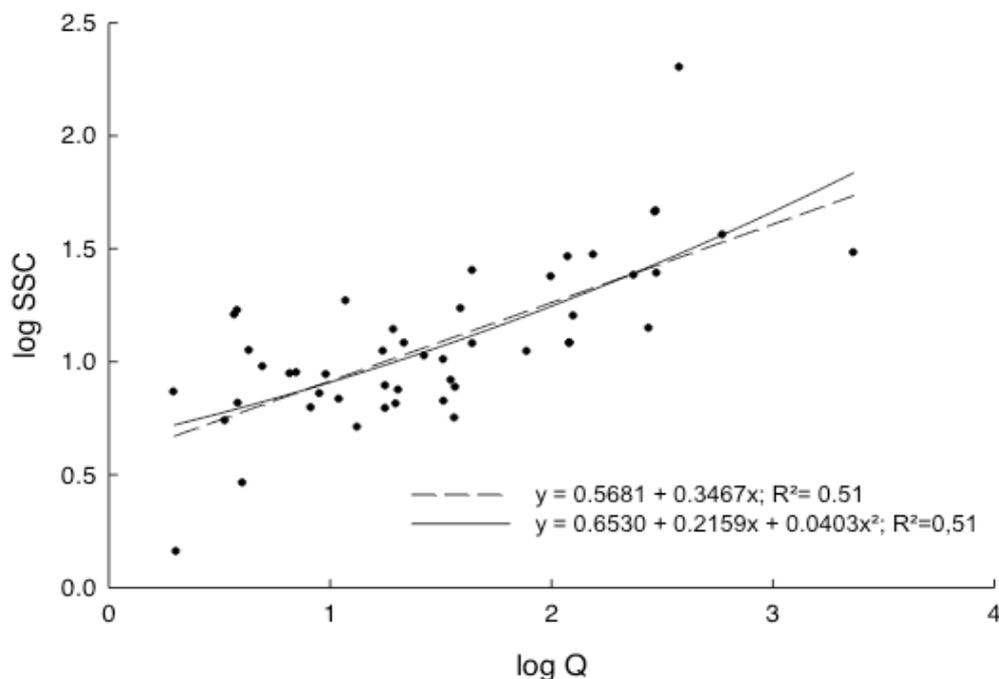


Figura 5, Curvas-chaves de sedimentos após a retirada de dados discrepantes

Notou-se nos dados de concentração de sedimentos coletados (Apêndices A e B), que as amostragens se realizaram em sua maioria durante as baixas vazões ou depois que a onda de cheia passou, portanto, a concentração de sedimentos é muito baixa, sendo o máximo observado, em uma única vez durante dezessete anos, de 200 mg/L. Estudos na área em questão, mostram que dependendo da intensidade da chuva, a C_{ss} pode variar bastante. Dessa forma, 200 mg/L pode ser considerada uma medida de alta vazão, portanto, o problema gerado no trabalho deve-se ao fato de poucos dados disponíveis, que os tornam de baixa confiabilidade. O ideal seria obter uma maior série de dados para que resultem em erros menores e aceitáveis. Entretanto, a medição de concentração de sedimentos em suspensão (C_{ss}) feita pela equipe de Hidrologia da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, ocorre, geralmente de maneira esporádica (poucos dias do ano), e, diversas vezes, em ocasiões de águas baixas (sendo que altos valores de C_{ss} acontece no decorrer das cheias).

As coletas dos dados referentes aos valores de C_{ss}, assim como as leituras da régua linimétrica, deveriam ser efetuadas diariamente por observadores nas estações hidrométricas (MERTEN et al. 2014). No impedimento dessa situação, o aumento da frequência de amostragens manuais da C_{ss} seria uma opção. Com a finalidade de obter uma melhor representatividade da amostragem e otimizar o trabalho, faz-se necessário coletas durante grandes eventos, pois são nesses casos que ocorrem maiores fluxos de sedimentos, podendo variar de 70 a 90% (BICALHO, 2006). Contudo, a coleta de amostras durante a cheia é uma tarefa difícil de ser efetuada, por apresentar riscos durante a amostragem ou por dificuldade de deslocamento e logística da coleta (CARDOSO, 2012).

Conhecendo as contrariedades de medir manualmente e com a devida frequência, recorre-se o uso do turbidímetro como uma medida indireta (por ser dependente da execução de uma curva de ajuste entre o sinal de turbidez e da C_{ss}) de C_{ss} .

É importante destacar que o uso do sensor de turbidez não substitui, de forma alguma, a necessidade de amostragens de sedimentos realizadas manualmente, o turbidímetro é um complemento para ausência de informações de C_{ss} durante as cheias que quase sempre são difíceis de serem medidas manualmente. Com isso, o obstáculo para obter uma grande série de dados é solucionado, podendo então apresentar resultados de boa confiabilidade.

4 | CONCLUSÕES

O fenômeno da erosão e o conseqüente transporte de sedimentos caracterizam-se como um acontecimento de grande complexidade física na região de estudo. Para a quantificação do transporte de sedimento obtiveram-se as curvas-chaves de sedimentos, onde a percentagem de erro aceitável (20%) foi ultrapassada. Esse fato pode ter ocorrido devido as poucas coletas terem sido realizadas em baixa vazão.

A pesquisa retratou medidas pouco superior a 0,5 o que levou a conclusão de que seus resultados, assim como os valores do erro, também destoam e mostram-se desfavoráveis. Entretanto, não em razão disso o trabalho perde importância, pois a partir de um olhar mais geral sobre a questão do transporte de sedimento na Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul, compreende-se a carência de aprofundamento nessa área de pesquisa.

Conhecendo as dificuldades de se coletar informações durante o período de cheias na bacia, a utilização do turbidímetro como medida indireta, torna-se um grande aliado quanto à necessidade de extração de dados referentes a turbidez da água durante o ciclo. O monitoramento da C_{ss} com o sensor é prática de fácil execução e podem contribuir para um planejamento de ações mitigadoras do assoreamento de um rio. Contudo, a utilização de sensores é um procedimento complementar ao monitoramento e seus resultados devem ser autenticados com dados de amostragens, coletados em campo e verificados em laboratório, para condições pluviais e fluviais que possibilitarão, também, a avaliação do funcionamento e da calibração dos equipamentos.

Dada a relevância de um banco de dados confiável e completo, é preciso o apoio tanto do governo como das instituições acadêmicas brasileiras em razão do melhoramento do aprimoramento das técnicas laboratoriais que manuseiam os dados medidos. É importante haver um maior investimento nas estações fluviométricas já existentes, qualificando e incentivando todas as pessoas comprometidas nas medições. O resultado de uma pesquisa científica não envolve somente o aluno que a realiza, mas também pessoas que trabalham desde o início do processo, coletando

dados, processando-os em laboratórios, entre outras atividades.

REFERÊNCIAS

- ASSELMAN, N. E. M. Fitting and interpretation of sediment rating curves. **Journal of Hydrology**, v. 234, p.228-248, 2000.
- BICALHO, C. C. **Estudo do transporte de sedimentos em suspensão na bacia do rio Descoberto**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH. DM-95/2006, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006.
- BUFFON, S. A. **Unidade de Assessoramento Ambiental**. Ministério Público do Rio Grande do Sul: nº 2799/2008. Disponível em: <http://mprs.mp.br/areas/paibh/arquivos/diagnostico_dat_bacias_hidrograficas_quarai.pdf>. Acesso em 20 de Junho de 2015.
- CARDOSO, A. T. et. al. Problemas na estimativa de sólidos em suspensão associados à elaboração da curva-chave para sensor de turbidez. In: **X Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos**, 2012.
- COLLISCHONN, B. Modelagem Hidrológica de Uma Bacia com Uso Intensivo de Água: Caso do Rio Quaraí – RS. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, p.119-133, 2011.
- DIWEDIGA, B.; LE, Q. B.; AGODZO, S. K.; TAMENE, L. D.; WALA, K., 2018. Modelling soil erosion response to sustainable landscape management scenarios in the Mo River Basin (Togo, West Africa). **Sci. Total Environ.** 625, 1309–1320
- DUAN, N. Smearing estimate: a nonparametric retransformation method. **Journal of American Statistical Society**, v.78, p.605-610, 1983.
- FERGUSON, R. J. River loads underestimated by rating curves. **Water Resources Research**, v.22, p.74-76, 1986.
- HOROWITZ, A. J. An evaluation of sediment rating curves for estimating suspended sediment concentrations for subsequent flux calculation. **Hydrological Processes**, v.17, p.3387-3409, 2003.
- HOROWITZ, A.J; CLARKE, T.R; MERTEN, G.H. The effects of sample scheduling and sample numbers on estimates of the annual fluxes of suspended sediment in fluvial systems. **Hydrological Processes**, v.29, p.531-543, 2014.
- MERTEN, G. H. et al. Considerações sobre a utilização da curva-chave para determinação de fluxo de sedimentos. **Anais VII ENES**, 2006.
- MERTEN, G. H. et al. **Determinação da concentração de sedimentos em suspensão em rios com o uso de turbidímetro**. Porto Alegre: Ufrgs, 2014. 97 p.
- MERTEN, G. H. **How to Calculate Suspended Sediment Flux**. Rating Course, 2010. (Comunicação pessoal).
- PALAZÓN, L.; NAVAS, A., 2016. Land use sediment production response under different climatic conditions in an alpine–prealpine catchment. **Catena**. v.137, p. 244-255.
- RASMUSSEN, P.P. et al. Guidelines and procedures for computing time-series suspended-sediment concentration and loads from in stream turbidity sensor and streamflow data. **U.S. Geological Survey Techniques and Method**, v.3, p.52, 2009.
- SAUER, V. B.; MEYER, R. W. Determination of error in individual discharge measurements. **U.S.**

Geological Survey Open-file Report, v.21, p.92-144, 1992.

WALLING, D. E.; WEBB, B. W. **The reability of rating curve estimates of suspended sediment yield: some further comments.** In: *Sediment Budgets*, Bordas, M. P., Walling, D. E. (eds). IAHS Publications No 174. Wallingford: IAHS Press. P., p.337-350, 1988.

WALZON, T. A. L. et al. Análise do Fluxo de Sedimentos em Suspensão na Bacia do Rio Iguaçu. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2005.

ZHANG, S., Fan, W., Li, Y., Yi, Y., 2017. The influence of changes in land use and landscape patterns on soil erosion in a watershed. **Sci. Total Environ.** 574 (Suppl C), p.34–45.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Jorge González Aguilera: Engenheiro Agrônomo (Instituto Superior de Ciências Agrícolas de Bayamo (ISCA-B) hoje Universidad de Granma (UG)), Especialista em Biotecnologia pela Universidad de Oriente (UO), CUBA (2002), Mestre em Fitotecnia (UFV/2007) e Doutorado em Genética e Melhoramento (UFV/2011). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) no Campus Chapadão do Sul. Têm experiência na área de melhoramento de plantas e aplicação de campos magnéticos na agricultura, com especialização em Biotecnologia Vegetal, atuando principalmente nos seguintes temas: pre-melhoramento, fitotecnia e cultivo de hortaliças, estudo de fontes de resistência para estres abiótico e biótico, marcadores moleculares, associação de características e adaptação e obtenção de vitroplantas. Tem experiência na multiplicação “on farm” de insumos biológicos (fungos em suporte sólido; Trichoderma, Beauveria e Metharrizum, assim como bactérias em suporte líquido) para o controle de doenças e insetos nas lavouras, principalmente de soja, milho e feijão. E-mail para contato: jorge.aguilera@ufms.br

Alan Mario Zuffo: Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-473-3

