

**HELENTON CARLOS DA SILVA
(ORGANIZADOR)**

**GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS E
SUSTENTABILIDADE 4**



Helenton Carlos da Silva

(Organizador)

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

4

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: Geraldo Alves
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)	
G393	Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 4 / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-668-3 DOI 10.22533/at.ed.683192709 1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Silva, Helenton Carlos da. II. Série. CDD 343.81
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A obra “*Recursos Hídricos e Sustentabilidade 3*” publicada pela Atena Editora apresenta, em seus 48 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da sustentabilidade e dos recursos hídricos brasileiros.

A busca por fontes alternativas de água têm se tornado uma prática cada vez mais necessária, como uma alternativa socioambiental responsável, no sentido de reduzir a demanda exclusiva sobre os mananciais superficiais e subterrâneos, tendo em vista que o intenso processo de urbanização tem trazido efeitos negativos aos recursos hídricos, em sua dinâmica e qualidade.

As águas subterrâneas representam água doce de fácil acesso, e muitas vezes, as únicas opções para abastecimento de água potável. Em geral, possuem melhor qualidade devido às interações com o solo durante a percolação. Porém, em áreas urbanas, diversas atividades comprometem sua qualidade e demanda, como instalação de fossas negras, esgotos domésticos sem tratamento ou com tratamento inadequado, disposição inadequada de resíduos sólidos, impermeabilização de zonas de recarga, armazenamento de produtos perigosos em tanques subterrâneos ou aéreos sem bacia de contenção, dentre outros.

O estudo das águas subterrâneas, com a globalização, assume uma importância cada vez mais expressiva, visto que é entendido como um instrumento capaz de prover solução para os problemas de suprimento hídrico. Através de determinadas ferramentas é possível sintetizar o espaço geográfico e aprimorar o estudo deste recurso.

Tem-se ainda a infiltração de água no solo, que pode ser definida como o processo com que a água infiltra na superfície para o interior do solo, podendo ser definida como o fenômeno de penetração da água e redistribuição através dos poros ao longo do perfil. A vegetação possui efeito na dinâmica de umidade do solo, tanto diretamente como através da interação com outros fatores do solo.

Dentro deste contexto podemos destacar o alto consumo de água em edificações públicas, em razão da falta de gestão específica sobre o assunto, onde a ausência de monitoramento, de manutenção e de conscientização dos usuários são os principais fatores que contribuem para o excesso de desperdício. Faz-se necessária, então, a investigação do consumo real de água nos prédios públicos, mais precisamente os de atendimento direto aos cidadãos, efetuando-se a comparação do consumo teórico da população atendida (elaborado no projeto da edificação) com o consumo real, considerando o tempo médio de permanência desse público no imóvel, bem como as peculiaridades de cada atendimento, tendo como exemplo o acompanhante da pessoa atendida, bem como casos de perícia médica.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos recursos hídricos brasileiros, compreendendo a gestão destes recursos, com base no reaproveitamento e na correta utilização dos mesmos. A importância dos estudos

dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
QUALIDADE DA ÁGUA E PERCEPÇÃO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO	
Karina Ribeiro da Silva Maria Hortência Rodrigues Lima Thiago Herbert Santos Oliveira Wendel de Melo Massaranduba Weslei Almeida Santos Antenor de Oliveira Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.6831927091	
CAPÍTULO 2	10
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS ANALÍTICAS PARA AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE CULTIVARES DE CAMARÃO NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO	
Gustavo Andrade Araujo Oliveira Igor Santos Silva José Augusto Oliveira Junior Cristiane da Cunha Nascimento Marcos Vinicius Teles Gomes Carlos Alexandre Borges Garcia Silvânio Silvério Lopes da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.6831927092	
CAPÍTULO 3	18
ESTIMATIVA DA VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO BÁSICA DA ÁGUA NO SOLO, PEDRINHAS-SE	
Thassio Monteiro Menezes da Silva Frankilin Santos Modesto Camila Conceição dos Santos Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.6831927093	
CAPÍTULO 4	24
SALINIZAÇÃO DO RESERVATÓRIO CARIRA: UMA AVALIAÇÃO GEOQUÍMICA USANDO RAZÕES IÔNICAS	
Eveline Leal da Silva Adnivia Santos Costa Monteiro Lucas Cruz Fonseca Lúcia Calumby Barreto Macedo José do Patrocínio Hora Alves	
DOI 10.22533/at.ed.6831927094	
CAPÍTULO 5	31
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO AMORTECIMENTO DE ONDAS EM RESERVATÓRIO DE BARRAGENS	
Adriana Silveira Vieira Germano de Oliveira Mattosinho Geraldo de Freitas Maciel,	
DOI 10.22533/at.ed.6831927095	

CAPÍTULO 6	40
AValiação de Barragens Subterrâneas em Pernambuco	
Edmilton Queiroz de Sousa Júnior	
Eronildo Luiz da Silva Filho	
José Almir Cirilo	
Luciano Barbosa Lira	
Thaise Suanne Guimarães Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.6831927096	
CAPÍTULO 7	49
PANORAMA DE RISCOS DAS BARRAGENS NO ESTADO DE SERGIPE, NORDESTE DO BRASIL	
Jean Henrique Menezes Nascimento	
Pedro Henrique Carvalho de Azevedo	
Allana Karla Costa Alves	
Lucivaldo de Jesus Teixeira	
Gabriela Macêdo Aretakis de Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.6831927097	
CAPÍTULO 8	58
OS REFLEXOS DA ATUAL CRISE HÍDRICA NA COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTOS DA PARAÍBA – CAGEPA: AÇÕES PARA REDUÇÃO DE PERDAS DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE CAMPINA GRANDE	
Ronaldo Amâncio Meneses	
José Augusto de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.6831927098	
CAPÍTULO 9	68
MONITORAMENTO DE SECAS NO NORDESTE DO BRASIL	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.6831927099	
CAPÍTULO 10	77
SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE DIÂMETROS EM ESTAÇÃO ELEVATÓRIA	
Andréa Monteiro Machado	
Leonardo Pereira Lapa	
Paulo Eduardo Silva Martins	
Nayára Bezerra Carvalho	
DOI 10.22533/at.ed.68319270910	
CAPÍTULO 11	84
DEFINIÇÕES E CONCEITOS RELATIVOS À LMEO E À DELIMITAÇÃO DAS ÁREAS DE PROTEÇÃO PERMANENTES COM FUNÇÃO HÍDRICA À LUZ DO NOVO CÓDIGO FLORESTAL BRASILEIRO	
Marcos Airton de Sousa Freitas	
Sandra Regina Afonso	
Márcio Antônio Sousa da Rocha Freitas	
DOI 10.22533/at.ed.68319270911	

CAPÍTULO 12	94
DINÂMICA DA UMIDADE E SALINIDADE EM VALE ALUVIAL NO SEMIÁRIDO PERNAMBUCANO	
Liliane da Cruz Pinheiro Abelardo Antônio Assunção Montenegro Adriana Guedes Magalhães Thayná Alice Brito Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.68319270912	
CAPÍTULO 13	104
URBANIZAÇÃO E SUBSTITUIÇÃO DE PAISAGENS HÍDRICAS EM JUIZ DE FORA/ MG – 1883/1893	
Pedro José de Oliveira Machado Flávio Augusto Sousa Santos	
DOI 10.22533/at.ed.68319270913	
CAPÍTULO 14	116
(IN)SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTESANAL DE ÁGUA DOCE NO BAIXO SÃO FRANCISCO EM SERGIPE/ALAGOAS/BRASIL	
Sergio Silva de Araujo Gregório Guirado Faccioli Antenor de Oliveira Aguiar Netto	
DOI 10.22533/at.ed.68319270914	
CAPÍTULO 15	133
IDENTIFICAÇÃO DE PADRÕES ESPAÇO-TEMPORAIS DO COMPORTAMENTO DA CLOROFILA-A EM UM SISTEMA ESTUARINO LAGUNAR A PARTIR DE IMAGENS MODIS	
Regina Camara Lins Jean-Michel Martinez David M. L. da Motta Marques José Almir Cirilo Carlos Ruberto Fragoso Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.68319270915	
CAPÍTULO 16	146
PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM ARGISSOLO VERMELHO AMARELO SUBMETIDO A USOS AGRÍCOLAS DISTINTOS	
Wallace Melo dos Santos Wendel de Melo Massaranduba Dayanara Mendonça Santos Thiago Herbert Santos Oliveira Ariovaldo Antônio Tadeu Lucas Marcus Aurélio Soares Cruz Maria Isidória Silva Gonzaga	
DOI 10.22533/at.ed.68319270916	

CAPÍTULO 17	157
SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DAS PROPRIEDADES FOTOCATALÍTICAS DE MICROCRISTAIS DE B-AG ₂ MOO ₄ PARA DEGRADAÇÃO DE POLUENTES ORGÂNICOS	
<p>Giancarlo da Silva Sousa Francisco Xavier Nobre Edgar Alves Araújo Júnior Marcel Leiner de Sá Jairo dos Santos Trindade Maria Rita de Moraes Chaves Santos José Milton Elias de Matos</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270917	
CAPÍTULO 18	169
UTILIZAÇÃO DE JUNTA TRAVADA COMO ALTERNATIVA EM SUBSTITUIÇÃO A ANCORAGENS CONVENCIONAIS NA ADUTORA DE SERRO AZUL EM PERNAMBUCO, EM PROL DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	
<p>Nyadja Menezes Rodrigues Ramos Glécio Francisco Silva</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270918	
CAPÍTULO 19	179
COMPOSIÇÃO SAZONAL DE JUVENIS DO CAMARÃO-ROSA <i>Farfantepenaeus subtilis</i> (PÉREZ-FARFANTE, 1967) CAPTURADO EM UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO	
<p>Thayanne Cristine Caetano de Carvalho Alex Ribeiro dos Reis Alvaro José Reis Ramos Antônio Sérgio Silva de Carvalho Glauber David Almeida Palheta Nuno Filipe Alves Correia de Melo</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270919	
CAPÍTULO 20	191
FOTODEGRADAÇÃO DO HERBICIDA ÁCIDO 2,4-DICLOROFENOXIACÉTICO (2,4-D) A PARTIR DE NANOESTRUTURAS DE TITÂNIO MODIFICADAS COM ESTANHO	
<p>Ludyane Nascimento Costa José Milton Elias de Matos Aline Aparecida Carvalho França Marcel Leiner de Sá</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270920	
CAPÍTULO 21	202
PRODUÇÃO DE MUDAS DE PIMENTÃO (<i>Capsicum annuum</i> L.) COM ÁGUA CONDENSADA POR APARELHOS DE AR CONDICIONADO	
<p>Elvis Pantaleão Ferreira Victorio Birchler Tonini Marcelino Krause Ianke Lillya Mattedi Adrielli Ramos Locatelli Rodrigo Junior Nandorf Pablo Becalli Pacheco</p>	
DOI 10.22533/at.ed.68319270921	

CAPÍTULO 22	209
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE METAIS DE ÁGUAS CONTAMINADAS POR UM LIXÃO DESATIVADO EM CRUSTÁCEOS DA ESPÉCIE <i>Aegla jarai</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Vitor Rodolfo Becegato Indianara Fernanda Barcarolli Valter Antonio Becegato Darluci Picolli Flávia Corrêa Ramos Alexandre Tadeu Paulino 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270922	
CAPÍTULO 23	230
CARACTERIZAÇÃO DAS ÁGUAS E CONCENTRAÇÃO DE FERRO EM ÁREAS RURAIS COM INTENSA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE BOM RETIRO-SC	
<ul style="list-style-type: none"> Daniely Neckel Rosini Valter Antonio Becegato Pâmela Becali Vilela Amanda Dalalibera Jordana dos Anjos Xavier 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270923	
CAPÍTULO 24	244
DESSALINIZAÇÃO MARINHA E SUAS PERSPECTIVAS DE APLICAÇÃO NA REGIÃO SEMIÁRIDA BRASILEIRA	
<ul style="list-style-type: none"> Camila Santiago Martins Bernardini Carlos de Araújo Farrapeira Neto Fernando José Araújo da Silva Ingrid Fernandes de Oliveira Alencar Raquel Jucá de Moraes Sales Luciana de Souza Toniolli Leonardo Schramm Feitosa 	
DOI 10.22533/at.ed.68319270924	
SOBRE O ORGANIZADOR	254
ÍNDICE REMISSIVO	255

(IN)SUSTENTABILIDADE DA PESCA ARTESANAL DE ÁGUA DOCE NO BAIXO SÃO FRANCISCO EM SERGIPE/ALAGOAS/BRASIL

Sergio Silva de Araujo
Gregório Guirado Faccioli
Antenor de Oliveira Aguiar Netto

antropogênico, bacia hidrográfica, sustentabilidade municipal, índice de sustentabilidade.

RESUMO: O Desenvolvimento Sustentável apesar de legitimado na sociedade, não trouxe consigo uma reflexão que permitisse um consenso sobre seu conceito, ainda que, a agenda ambiental surgida na RIO-92, propusesse a criação de ferramentas e instrumentos que possibilitasse o agrupamento de indicadores englobando as variáveis das diversas disciplinas da sociedade, no plano local e global. No entanto, o desafio é construir um Índice de Sustentabilidade que integre as dimensões sociais, econômicas e ambientais. Este artigo objetiva avaliar o desempenho da pesca artesanal de água doce no baixo São Francisco, através do cálculo dos índices de sustentabilidade, com apresentação no Polígono de Impacto Antropogênico (PIA). O recorte espacial são os municípios que compõem a bacia hidrográfica do São Francisco em seu baixo curso nos Estado de Sergipe e Alagoas, no espaço temporal entre (1990 - 2010). A regularização da vazão das águas influenciou diretamente na sustentabilidade do sistema, interferindo na produção de pescados nos municípios do baixo curso do rio São Francisco.

PALAVRAS-CHAVE: Pescados, polígono

ABSTRACT: The Sustainable Development in spite of legitimacy in society, failed to trigger a reflection that allow a consensus on their concept, though, the environmental agenda emerged in RIO-92, propose the creation of tools and instruments that would enable the grouping of indicators encompassing the variables the various disciplines of society at local and global level. However, the challenge is to build a Sustainability Index that integrates social, economic and environmental dimensions. This article aims to evaluate the performance of small-scale fishing freshwater bass San Francisco, by calculating the sustainability indexes, presenting the Polygon Anthropogenic Impact Assessment (PIA). The spatial area are the municipalities that make up the basin of San Francisco in its lower course in the State of Sergipe and Alagoas, timeline between (1990-2010). The regulation of the flow of water directly influenced the sustainability of the system, affecting the fish production in the municipalities of low São Francisco river.

KEYWORDS: Fished, anthropogenic polygon, watershed, municipal sustainability, sustainability index.

1 | INTRODUÇÃO

A agenda ambiental surgida nos debates da RIO-92, propôs a criação de ferramentas e instrumentos que possibilitasse o agrupamento de dados e indicadores englobando e disponibilizando as variáveis das diversas disciplinas da sociedade, no âmbito social, econômico, cultural, ambiental, tanto nos planos local quanto global.

Estas ferramentas e instrumentos possibilitarão a implementação da gestão dos recursos naturais na direção do desenvolvimento sustentável facilitando o atendimento das necessidades das gerações presentes e futuras, com garantias no âmbito social; ecológico; ambiental; territorial; econômico; político a nível nacional, internacional e; cultural.

A noção de sustentabilidade, no presente artigo, imbrica a combinação das três dimensões que fazem parte do polígono antropogênico: a ambiental, econômica e social de forma sistêmica para cada um dos municípios analisados fazendo-se compor o Índice de Sustentabilidade Geral da pesca de água doce (ISG).

Nesse sentido, o presente artigo aborda os indicadores e índices de sustentabilidade, em que se discutiu os parâmetros, as ferramentas e instrumentos disponíveis que permitiram a avaliação da sustentabilidade socioambiental com base no desempenho da pesca artesanal de água doce no baixo São Francisco, apresentando seus resultados no Polígono de Impacto Antropogênico.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do rio São Francisco guarda importância para a sustentabilidade da região do baixo, devido à sua posição geográfica e estratégica. Trata-se do último trecho do rio após a última barragem operada pela CHESF, Usina Hidrelétrica de Xingó em Sergipe, encontra-se com o oceano Atlântico na sua foz, divide os Estados de Sergipe e Alagoas no Nordeste do Brasil (ver localização na Figura 1).

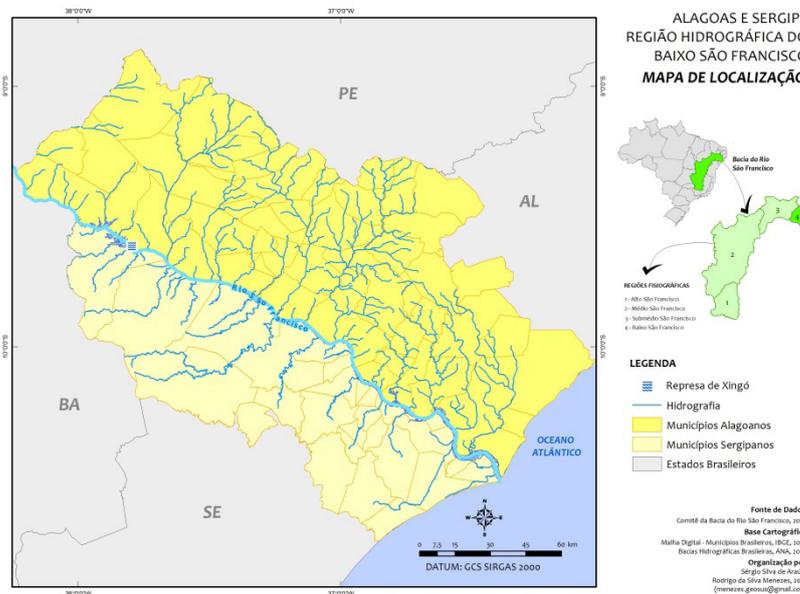


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do rio São Francisco no Brasil e da região do baixo São Francisco.

Fonte: IBGE (2012), ANA (2014)

Elaborado pelos autores (2015).

O baixo São Francisco é composto, também, por 79 municípios nos dois Estados, cuja relevância em termos socioeconômicos está ligada, na quase totalidade ao setor primário, e conseqüentemente ao ecossistema ambiental. Nesse sentido, mensurou-se a sustentabilidade ambiental a partir dos indicadores selecionados, associar os impactos ambientais aos intervenientes imputados pelas ações antrópicas, agregando as dimensões sociais, econômicas e ambientais, com vistas a definir parâmetros e índices de sustentabilidade que permitam um planejamento e gestão dos recursos naturais de forma equilibrada e sustentável, do ponto de vista social, econômico e ambiental.

Agregar as dimensões ambientais nas avaliações dos sistemas sociais, tem sido uma preocupação premente na pauta das políticas socioeconômicas, tanto ao nível nacional, quanto internacional, na academia, no meio político e social, considerando que “os indicadores socioeconômicos passam a se apresentar como insuficientes para aferir o grau de desenvolvimento do bem-estar social para inúmeros níveis de agregação humana” (PASSOS & PIRES, 2008, p. 2).

Nesse sentido, a abordagem consistiu em dar um enfoque sistêmico na análise dos dados sociais e econômicos frente aos dados ambientais, ou seja, a pesquisa teve o propósito de estabelecer a influência dos parâmetros ambientais, mas especificamente, a vazão das águas do São Francisco nos indicadores socioeconômicos da região do baixo curso do rio.

Os procedimentos metodológicos, aqui, desenvolvidos cercaram-se de um conjunto de indicadores políticos, sociais, econômicos e ambientais, que Jannuzzi (2009, p. 17) reconhece como “Sistema de Indicadores Sociais”, cujos dados compõem

a matriz que objetiva construir o “polígono de impacto antropogênico (PIA) e o polígono de impacto antropogênico geral (PIAG)” (SOUTO, 2005, p. 71), através do uso do gráfico radar, cuja área específica do polígono quantifica o impacto positivo ou negativo que afeta a região e defini um Índice de Sustentabilidade Geral (CALORIO, 1997; DANIEL, 2000 e DANIEL et al., 2001). O recorte espacial são os municípios que compõem a bacia hidrográfica do São Francisco em seu baixo curso nos Estado de Sergipe e Alagoas, os quais tinham ou têm na sua composição socioeconômica a produção de pescados, num espaço de temporal entre (1990 - 2010).

Os critérios de escolha dos indicadores atenderam aos requisitos de: relevância – capacidade da variável em traduzir o fenômeno; aderência local – capacidade da variável em captar fenômenos produzidos ou provável de transformações no plano local; disponibilidade – cobertura e atualidade dos dados e; historicidade – capacidade da variável em permitir comparação temporária (BRAGA et al, 2004). E, ao equilíbrio entre as dimensões ambientais, econômicas e sociais, sendo claro os requisitos da sustentabilidade, contemplando as inter-relações entre os indicadores, também com enfoque sistêmico (MOURA, 2002).

A definição dos indicadores de sustentabilidade se enquadram nas dimensões da sustentabilidade definidas por Sachs (2002), e seguem uma estrutura metodológica (CAMINO & MÜLLER, 1993). Nesse sentido, os critérios de sustentabilidade para os municípios do baixo São Francisco em SE/AL, baseou-se nas Dimensões da Sustentabilidade sociais, econômicas e ambientais, cuja estrutura adotada, se encontra na matriz de dados proposta, com 8 (oito) variáveis dispostas no período entre os anos 1990, 2000 e 2010.

O Quadro 1 apresenta os indicadores que fazem parte da matriz de cálculo para melhor visualização foram nomeados como, Indicadores Sociais: (S1) – percentual (%) de extremamente pobres; (S2) – mortalidade infantil por mil; (S3) – taxa de analfabetismo; Indicadores Econômicos: (E4) – renda per capita; (E5) – produção de pescados, quando for o caso; Indicadores Ambientais: (A6) – vazão máxima; (A7) – percentual (%) de domicílios com água encanada e; (A8) – percentual (%) de domicílios com esgotamentos sanitários inadequados.

Dimensão da Sustentabilidade	Indicadores setoriais	Indicadores temáticos
S – Social	SEP – Estrato Social	S1 % Extremamente Pobres
	SD – Saúde	S2 – Mortalidade infantil;
	SE – Educação	S3 – Taxa de Analfabetismo – 18 anos ou mais.
E – Econômica	ER – Renda	E4 – Renda per Capita em R\$.
	ECA – Pesca	E5 – Produção de Pescados-t/a

A – Ambiental	ARH – Recursos Hídricos	A6 – Vazão das Águas/Xingó-m³/s
	ASB – Saneamento Básico	A7 – % da população em domicílio com água encanada; A8 – % da população em domicílio com esgotamento sanitário inadequado;

Quadro 1 - Dimensões de Sustentabilidade, Indicadores setoriais e temáticos.

Elaborado pelos autores (2015).

As características desses indicadores permitiram que houvesse uma resposta imediata às mudanças percebidas no sistema de fácil aplicação, apresentou enfoque integrado ao relacionar-se com outros indicadores, o que facilitou a construção dos polígonos de impacto antropogênico.

Este procedimento permitiu que houvesse indicadores crescentes, quando estes representassem aumento da sua qualidade e/ou quantidade, ou decrescentes, se ocorresse redução da qualidade e/ou quantidade (DANIEL, 2000). E ainda, para facilitar a análise dos resultados sem entrar em contradição entre indicadores que crescem e/ou decrescem.

As equações usadas para o cálculo dos Indicadores Padronizados (Ip) seguiram os seguintes métodos: As dimensões das variáveis apresentam-se de forma que, quando positivas, a sua qualificação a torna melhor quando o indicador tem valor maior e pior, quando este é menor, em caso de ser negativa, qualifica-se de forma a ser melhor, quando o valor é menor, e pior quando este é maior (Martins & Candido, 2012).

Nesse contexto, os indicadores decrescentes, ou seja, os que melhora a qualidade quando este reduz o valor, ou piora a qualidade quando o valor aumenta, a nota é inversa ao valor do indicador do município. Dessa forma, o cálculo adotado para os indicadores (%) percentagem da população em extrema pobreza (**EP**), mortalidade infantil (**MI**), para a taxa de analfabetismo (**TA**), subtraindo o valor do indicador de 100 (cem), cuja fórmula é (100-I), representada nas **Equação (1), (2) e (3)**, respectivamente:

$$Ip1 = \frac{(100 - EP)}{10} \quad \text{Equação (1)}$$

(**EP**) como extrema pobreza por município e;

$$Ip2 = \frac{(100 - MI)}{10} \quad \text{Equação (2)}$$

(**MI**) como mortalidade infantil por município e;

$$Ip3 = \frac{(100 - TA)}{10} \quad \text{Equação (3)}$$

(**TA**) como a taxa de analfabetismo.

Para a renda per capita (**RPC**) utilizou-se os valores estaduais como referência, tanto de Sergipe, R\$ 247,78 em 1990; R\$ 326,67 em 2000 e para o ano de 2010 o valor de R\$ 523,53. Quanto de Alagoas no ano de 1990 foi de R\$ 211,98; em 2000 R\$ 285,29; e para o ano de 2010 R\$ 432,56. Cujas fórmulas de cálculo são:

$$Ip4 = \frac{(Y)}{10} \quad \text{Equação (4)}$$

em que **(Y)** é o percentual (%) da renda per capita do município analisado em relação à renda do Estado correspondente.

No caso da produção de arroz, foi considerado como referência a maior produção obtida pelo município no período entre 1990 a 2010, entendendo-se esta como a maior capacidade de rendimento daquelas várzeas em condições naturais, embora possa haver valores maiores em épocas pretéritas. Os mesmos critérios foram usados para a produção de pescados, modificou-se os anos abordados (1990, 1995, 2000 e 2005). Sendo assim, usou-se a equação:

$$Ip5 = \frac{(\%p)}{10} \text{ ou } \frac{(\%pp)}{10} \quad \text{Equação (5)}$$

em que **(p)** é o percentual (%) da produção de pescados é o percentual (%), referente à produção da foz do rio São Francisco ou dos Estados de Sergipe e Alagoas, a depender do caso analisado. Porém, para garantir a construção do polígono, para os anos em que a de pescados dos municípios foram iguais a 0 (zero), considerou-se o valor de 0,01 em substituição ao valor 0 (zero). Este procedimento deve ser observado sempre que a nota de um indicador atinja o valor 0 (zero).

Quanto à vazão de referência usou-se a máxima registrada na Estação de Pão de Açúcar/AL, entre o período do ano de 1990 a 2010, cuja marca alcançou 10449,6m³/s (ANA, 2014). E, a vazão utilizada no cálculo do índice de sustentabilidade foi a vazão máxima do ano pesquisado, medida na Estação de Pão de Açúcar/AL (ANA). Dessa forma, a equação usada para o cálculo é:

$$Ip6 = \frac{(Z)}{10} \quad \text{Equação (6)}$$

em que **(Z)** é o percentual (%) da vazão máxima do ano pesquisado em relação à maior vazão do período analisado é 10.449,6m³/s, a vazão máxima do período de 1990 a 2010.

Para os indicadores, domicílio com água encanada (**AE**), usou-se a equação, em que **(AE)** valor percentual do município pesquisado com domicílios com água encanada, dividido por 10 (dez) para formar a escala de 0-10.

$$Ip7 = \frac{(AE)}{10} \quad \text{Equação (7)}$$

Para domicílios com sanitários inadequados (**SI**), também, foi necessário

estabelecer um valor crescente para o indicador, devido ao mesmo ter o comportamento decrescente, ou seja, que melhora a qualidade quando este reduz o valor, ou piora a qualidade quando o valor aumenta a nota, portanto, é inversa ao valor do indicador do município. Assim, o procedimento realizado foi feito subtraindo o valor do indicador de 100 (cem), cuja fórmula $(100 - SI)$ é representada nas **Equação (8)**:

$$Ip8 = \frac{(100 - SI)}{10} \quad \text{Equação (8)}$$

Estes indicadores dispostos no polígono formam ângulos que foram calculados em graus a partir da **Equação (1)**:

$$\alpha = \frac{360}{N} \quad \text{Equação (9)}$$

Em que: α é um ângulo formado entre dois indicadores e N é o número total de indicadores no polígono para encontrar o cosseno destes ângulos.

Para o cálculo da área (S_n) de cada triângulo foi necessário a obtenção do valor do lado (d) desconhecido do triângulo, conhecendo-se o ângulo (β), a partir das equações abaixo (Daniel *et al.*, 2001):

$$\beta = 180 - 90 - \alpha \quad \text{Equação (10)}$$

$$d = \text{RAIZ}(C1^2 + C2^2 - 2 * (C1 * C2) * \text{COS}(\text{RADIANOS}(\$B\$11))) \quad \text{Equação (11)}$$

Em seguida calculou-se (p) para obtenção do semiperímetro através da equação:

$$p = \frac{(C1 + C2 + D1)}{2} \quad \text{Equação (12)}$$

e realizado o cálculo da área (S_n) de cada triângulo constante do polígono.

$$S_n = \text{RAIZ}(E1 * (E1 - C1) * (E1 - C2) * (E1 - D1)) \quad \text{Equação (13)}$$

Esta área defini o indicador que apresenta maior ou menor sustentabilidade. Por fim, calculou-se o Índice de Sustentabilidade (IS) a partir da equação:

$$IS = \sum_{n=1}^N SN \quad \text{Equação (14)}$$

Em seguida, calculou-se a média aritmética dos Índices de Sustentabilidade por dimensão da sustentabilidade (social, econômica e ambiental), no período analisado, para construção do Polígono de Impacto Antropogênico no gráfico radar, dos municípios do baixo São Francisco em SE/AL, conforme equações das fórmulas utilizadas em planilha eletrônica da Microsoft Office Excel,

$$IS(\text{Social}) = \text{Média}28\left(\frac{B1 + \dots + B28}{28}\right) \quad \text{Equação (15)}$$

$$IS(\text{Econômico}) = \text{Média}28\left(\frac{B1 + \dots + B28}{28}\right) \quad \text{Equação (16)}$$

$$IS(\text{Ambiental}) = \text{Média}28\left(\frac{B1 + \dots + B28}{28}\right) \quad \text{Equação (17)}$$

A média aritmética dos Índices de Sustentabilidade calculado para cada variável das dimensões de sustentabilidade, contribuiu para estabelecer um critério único de análise, tendo sido escolhido para compor o quadro, dos 25 (vinte e cinco) municípios que estão mais diretamente ligados à produção de pescados, 22 (vinte e dois) que produzem a pesca artesanal de água doce, 11 (onze) em Alagoas: Belo Monte, Delmiro Gouveia, Dois Riachos, Igaci, Igreja Nova, Jaramataia, Pão de Açúcar, Penedo, São Braz, Traipu e; 11 (onze) em Sergipe: Amapro do São Francisco, Canindé do São Francisco, Canhoba, Gararu, Nossa Senhora de Lourdes, Poço Redondo, Porto da Folha, Neópolis, Propriá, Santana do São Francisco, Telha (IBAMA, 2006).

Excetuando-se, Brejo Grande/SE, Ilha das Flores/SE e Piaçabuçu/AL que estão ligados mais diretamente às atividades de pesca estuarino/marítima. Embora os outros municípios produzam pescados de água doce, os dados a serem utilizados para o cálculo do Polígono Antropogênico são os dados disponíveis dos Estados de Sergipe e Alagoas nos anos de (1990; 1995; 2000; 2005 e; 2010).

Para análise e avaliação dos Índices de Sustentabilidade por dimensão da sustentabilidade, fez-se a interação entre os indicadores sociais, econômicos e ambientais, a partir da elaboração do gráfico radar (CALORIO, 1997; DANIEL, 2000; DANIEL *et al.*, 2001; LOPES, 2001; MOURA, 2002, SOUTO, 2005; SÉPULVEDA, CHAVARRÍA & ROJAS, 2005; PASSOS & PIRES, 2008; MENDONÇA, 2013; VAN LEEUWEN, 2013; MATOS, 2014), para definir os Polígonos de Impacto Antropogênico (PIA) que guardam relação entre a vazão do rio São Francisco frente à produção de pesca artesanal.

Para classificação dos níveis de sustentabilidade individuais por dimensão da sustentabilidade dos municípios foi utilizado uma escala de valores que classifica as dimensões sociais, econômicas e ambientais dos municípios a partir dos índices de sustentabilidade, em uma escala de 5 (cinco) níveis: muito baixo para aqueles que obtiveram índices de (0 a 10); baixo para os índices (10 a 20); médio para (20 a 30) e alto para os valores entre (30 a 40) e muito alto para os que se encontram entre (40 a 50), (MARTINS e CÂNDIDO, 2012).

No caso dos índices sustentabilidade geral da pesca foi utilizado o mesmo critério, porém uma escala de valores maior, ou seja, muito baixo, para aqueles que obtiveram índices de (0 a 25); baixo, para os índices (25 a 50); médio, para (50 a 75) e alto, para aqueles que se encontram entre (75 a 100) e muito alto para os maiores (> 100), (MARTINS e CÂNDIDO, 2012).

A análise do cálculo do Índice Sustentabilidade (IS), prescindiu da elaboração do Polígono de Impacto Antropogênico - (PIA), com abordagem das dimensões da sustentabilidade ambiental e do Polígono de Impacto Antropogênico Geral - PIAG, (SOUTO, 2005), na região do baixo São Francisco nos Estados de Sergipe e Alagoas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Índices de Sustentabilidade da Pesca Artesanal Continental nos Estados de Sergipe e Alagoas

O Desenvolvimento Sustentável apesar de legitimado na sociedade, não trouxe consigo “[...] uma discussão crítica consistente a respeito do seu significado e das medidas necessárias para alcançá-lo”, de forma que permitisse um consenso sobre o conceito de Desenvolvimento Sustentável, ao contrário, o que se ver é “[...] uma disparidade conceitual considerável nas discussões referentes à avaliação da sustentabilidade do desenvolvimento” (VAN BELLEN, 2003, p. 67).

Nesse mesmo diapasão em que se encontra o conceito de Desenvolvimento Sustentável, apresenta-se as discussões no que diz respeito às ferramentas ou sistemas que melhor se adequam a instrumentalizar as avaliações da sustentabilidade do desenvolvimento e, por conseguinte, do meio ambiente como detentor dos recursos naturais. Este trabalho apresenta uma ferramenta, que se não é nova, procura colaborar com as discussões a respeito do Desenvolvimento Sustentável, apontando indicadores e índices, que permitam avaliar o grau de sustentabilidade das intervenções humanas na natureza.

Estes Índices de Sustentabilidade, cujos eixos representam três das seis dimensões do ecodesenvolvimento (SACHS, 2002) – social, econômica e ambiental, devem ser utilizados para compor os instrumentos procedimentais de resolução de conflitos socioambientais, decorrentes dos impactos da barragem do Xingó e servem para avaliar o progresso de determinada condição das quatro dimensões indicadas, em relação à sustentabilidade do ecossistema.

O uso de dimensões multidisciplinares fundamenta-se em uma perspectiva sistêmica de abordagem da sustentabilidade, com respaldo na Teoria Geral dos Sistemas (BERTALLANFY, 2008), como “base teórica para a utilização de indicadores, pois para o entendimento global dos fenômenos [...], é imprescindível a análise interligada dessas dimensões” (SANTANA *et al.*, 2012, p. 174), cujo ecossistema estudado são os municípios que estão inseridos na bacia hidrográfica do baixo São Francisco. Para tal, lançou-se mão do uso de ferramentas que funcionam como instrumento de organização de dados e informações para facilitar a avaliação e a gestão dos recursos naturais de forma sustentável.

Segundo Lopes (2001), “os indicadores não atribuem nem definem sustentabilidade; [...] funcionam como ferramentas que permitem a avaliação e a explicitação da condição de um sistema, mas não permite o equilíbrio do sistema; este existe ou não, e poderá ser identificado por um conjunto de indicadores” (LOPES, 2001, p. 39). No entanto, devem guardar especificidades para evitar ambiguidades que prejudiquem a sua validade e confiabilidade (GUIJT, 1999). Essas ferramentas possibilitam a gestão sustentável, posto que, estes não só sintetizam e quantificam as informações, mas tornam visíveis os aspectos complexos da realidade que estão

presentes nos impactos ambientais, sociais, econômicos e culturais.

Braga *et al* (2004), demonstra que o estado da arte na construção de indicadores de sustentabilidade ambiental podem seguir três vertentes de análise. Uma que busca indicadores biológicos, físico-químicos ou energéticos de equilíbrio ecológico de ecossistemas, ou seja, vertente biocêntrica; a econômica, com avaliações monetárias do capital natural e do uso dos recursos naturais e, por fim, aquela ligada aos aspectos dos ecossistemas naturais combinado com os aspectos econômicos e sociais da vida humana. Este estudo busca definir seus indicadores de sustentabilidade ambiental na terceira vertente, combinando os aspectos das atividades antrópicas com o meio ambiente.

A integração dos aspectos sociais, econômicos e ambientais, que este estudo definiu como vertente de avaliação e análise do objeto, o baixo São Francisco em Sergipe e Alagoas, contribuem para monitorar e registrar o grau de sustentabilidade dos padrões de desenvolvimento da sociedade. Segundo Martins e Oliveira (2005), podem ser utilizados também, para o controle do uso dos recursos naturais e preservação dos ecossistemas, como registrar as consequências das atividades antrópicas, ou seja, por efeitos destas, nos aspectos sociais, econômicos ou de políticas ambientais.

Diante dos danos sociais, econômicos, ambientais e culturais causados pelas ações antrópicas, emerge o debate sobre o desenvolvimento e crescimento econômico, desenvolvimento sustentável, racionalidade econômica e ambiental. Este debate é acompanhado pela necessidade de se criar ferramentas de avaliação capazes de construir um arcabouço teórico e empírico de sistemas que possam organizar dados e informações que facilitam a gestão dos recursos naturais de forma sustentável, e nesse sentido, criar as condições de equilíbrio dos ecossistemas naturais, a partir de um Índice de Sustentabilidade que combina os aspectos socioeconômicos e ambientais da vida humana.

Estas informações devem constituir medidas mitigatórias para uma gestão sustentável sem exaustão dos recursos naturais, e, ainda, manutenção da capacidade de resiliência dos ecossistemas, atenuando os efeitos da exploração humana da natureza e da consequente degradação do meio ambiente natural.

Dito dessa forma, o estudo ao propor essa discussão, também cercou-se de um conjunto de análises possibilitando a verificação dos efeitos da regularização da vazão das águas do rio no baixo São Francisco em Sergipe e Alagoas, através dos indicadores sociais, econômicos e ambientais.

As concepções que permeiam a construção de uma sociedade sustentável atendendo as necessidades básicas e a qualidade de vida das gerações presentes e futuras, surgiram com a emergência do conceito de Desenvolvimento Sustentável, defendido por Maurice Strong e Ignacy Sachs em 1972, frente aos processos de exploração dos recursos naturais de forma indiscriminada e “irresponsável” (BECK, 1997).

Esta preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade têm possibilitado profundas reflexões sobre a temática ambiental. No entanto, o desafio é “compreender as diferentes realidades encontradas na sociedade e construir métodos que permitam a caracterização e análise da sustentabilidade” (SANTANA *et al.*, 2012, p. 169). O desafio, portanto, é construir um Índice de Sustentabilidade que integre as dimensões sociais, econômicas e ambientais, e permita analisar o desempenho dos indicadores investigados, a sustentabilidade social, econômica e ambiental dos municípios do baixo São Francisco em Sergipe e Alagoas.

Em decorrência da indisponibilidade de dados da pesca artesanal de água doce por município, os cálculos dos Índices de Sustentabilidade Ambiental foram conduzidos de forma a relacionar as características do desenvolvimento das condições sociais, econômicas e ambientais com a produção dos pescados nos Estados de Sergipe e Alagoas conjuntamente, fazendo uma comparação aproximada com os municípios do baixo São Francisco. Esta análise procedeu-se em períodos quinquenais, considerando os períodos de 1990; 1995; 2000; 2005 e; 2010, permitindo a monitoração da sustentabilidade.

No ano de 1990, o comportamento dos níveis de sustentabilidade ambiental por dimensão encontraram-se em níveis muito baixo na dimensão social (S1) relacionado a extrema pobreza; (S2) ligado a mortalidade infantil; na dimensão ambiental o índice de sustentabilidade ambiental (A6), referente à vazão do rio São Francisco, com valores de (6,99); (6,22) e; (7,91) respectivamente. O destaque para este ano foi o índice econômico (E4) renda per capita que esteve com valor de (32,80) e alcançou o nível de alta sustentabilidade. No quesito produção da pesca continental (E5), que apresentou o valor de (16,99), portanto, neste período, os problemas decorrentes da regularização das vazões sazonais do rio tiveram grande impacto na sustentabilidade ambiental.

Nos anos de 1995; 2000 e 2005; os níveis de sustentabilidade relacionados à renda per capita (E4). Ao longo desse período vai se reduzindo do nível médio em 1995 com valor de (23,80); e mantendo-se em níveis de sustentabilidade muito baixo, com valores de (E4) - (5,89); (E4) - (5,28). Quanto à produção de pescados (E5); o nível de muito baixo é mantido durante esse período com valores variando de (E5) - (5,99); (E5) - (1,38) e; (E5) - (2,06). No quesito vazão máxima do rio (A6); os níveis se encontraram muito baixo e a variação se deu com valores (A6) - (3,91); (A6) - (2,67) e; (A6) - (4,46).

No ano de 2010, a performance dos índices apresentaram crescimento nas dimensões sócioeconômicas, que se posicionaram no nível médio de sustentabilidade, à exceção da produção de pescados (E5) que se manteve no nível muito baixo, com valor de (E5) - (6,5). Quanto a dimensão ambiental vazão máxima do rio manteve-se também, no nível muito baixo com valor de (A6) - (6,6).

Este comportamento de redução dos índices, permitiu que a sustentabilidade ambiental se mantivesse em níveis baixo ou muito baixo, ou seja, os efeitos da

regularização da vazão do rio atingem com grande intensidade os peixes de água doce.

Destaca-se a renda per capita em relação à pesca, visto que, este item tem variado entre alto, médio e baixo nível de sustentabilidade. Quanto aos índices de vazão ambiental e produção de pescados de água doce, a performance é a mesma os níveis de sustentabilidade foram "muito baixo".

Nos anos 1990, em decorrência da pouca ou nenhuma política pública de transferência de renda no período, sob a responsabilidade do Governo Federal. Período considerado pelos autores Neri (2011) e IPEA (2012), como a década perdida, em que as desigualdades sociais e de renda aumentaram, os índices de sustentabilidade ambiental ligados às dimensões sociais, apresentam valores muito baixo em relação àqueles ligados ao ambiente.

A partir de 2002, foram adotados vários benefícios, como o Bolsa Escola, o Vale Gás. Estes foram unificados a partir de 2004, conforme a Lei nº 10.836 de 2004 (REGO & PINZANI, 2013), nos anos 2000 e 2010, as políticas públicas de transferência de renda do Governo Federal, como Bolsa Família, Brasil sem Miséria, reajustes do salário mínimo e seus impactos, se fazem sentir na vida da população. Estas políticas impõem uma agenda de diminuição das desigualdades sociais e de renda, mantendo uma regularidade em todos os municípios. Nesse período, os índices de sustentabilidade ligados às dimensões sociais tendem a crescer, entretanto aqueles relacionados ao meio ambiente apresentam queda substancial, afetando a sustentabilidade do sistema.

A Figura 2 apresenta o Polígono de Impacto Antropogênico dos Índices de Sustentabilidade por dimensão, para os Estados de Sergipe e Alagoas produtores da pesca artesanal continental de peixes de água doce, nos anos de 1990; 1995; 2000; 2005 e; 2010.

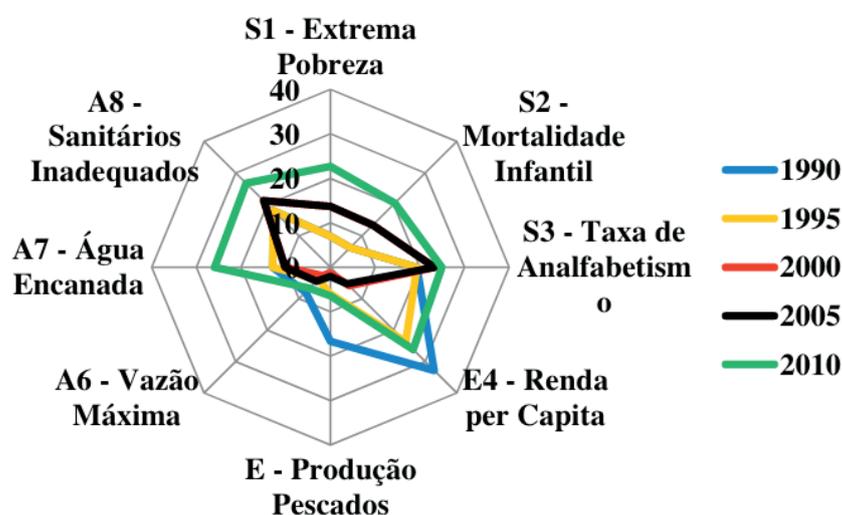


Figura.2 - Índices de Sustentabilidade, por dimensão (pescados de água doce), para os Estados de Sergipe e Alagoas.

Elaborado pelos autores (2015).

A regularização das vazões máximas e mínimas do rio, operada pelo setor elétrico através da CHESF, tem como consequência, efeitos ecológicos e ambientais que interferem na reprodução e alimentação da ictiofauna; a produção de pescados de água doce tem sofrido um processo de redução, ao longo dos anos, e depleção de algumas espécies de peixes alóctones. Este processo, também, tem influenciado na intensidade da intrusão salina, que tem alcançado até 10km a jusante de Piaçabuçu/AL (MEDEIROS, 2014).

A reclusão das águas do rio no lago da represa, impede o fluxo contínuo das águas, por conseguinte da formação das correntezas. A ausência deste fluxo é, segundo Maltchik e Medeiros (2006), fator importante na atividade reprodutiva dos peixes. Visto que, o amadurecimento das gonadas está associado à corrente de água para acelerar o metabolismo e amadurecer as gonadas. Sem esse enfrentamento, os peixes ficam impedidos de completarem a maturação do ciclo reprodutivo, forçando-os a comerem as suas gonadas, levando-os à morte.

Quanto ao processo da cunha salina, seus efeitos são sentidos diretamente nas mudanças da biologia do ecossistema fluvial, que vem se alterando com modificações na biota do baixo São Francisco, a fauna e a flora originais vão dando lugar a espécies exóticas oriundas do ecossistema marítimo ou mesmo do cultivo de espécies estranhas ao ecossistema do rio.

A pesca extrativa continental no baixo São Francisco acompanha a severidade dos impactos ambientais relativos à regularização da vazão do rio e suas consequências. A produção tem se reduzido e as espécies endêmicas vem se exaurindo, algumas chegando à quase extinção, poucas são as que resistem aos impactos negativos promovido pela barragem de Xingó. Na Figura 3 se verifica o comportamento de algumas espécies endêmicas do rio São Francisco ao longo de quase duas décadas.

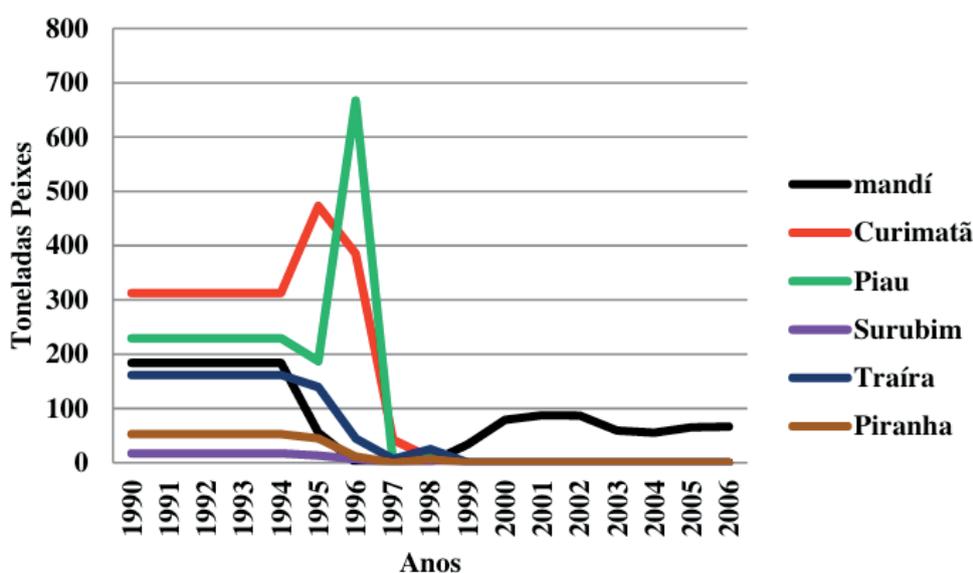


Figura 3 - Espécies de peixes do rio São Francisco que apresentam redução de estoques 1990 a 2006.

Fonte: IBAMA (2006)

Elaborado pelos autores (2014).

Na Figura 4 visualiza-se no Polígono de Impacto Antropogênico Geral, o comportamento dos índices de sustentabilidade ambiental por período, e os níveis dos índices de sustentabilidade ambiental por década dos Estados de Sergipe e Alagoas. A pesca artesanal continental de água doce apresenta redução na produção total, considerando os valores de 1990 a 2005. O aumento verificado no ano de 2010, do índice de sustentabilidade é decorrente do aumento dos indicadores sócioeconômicos que cresceram nesse período, por conta das políticas públicas de inclusão de renda.

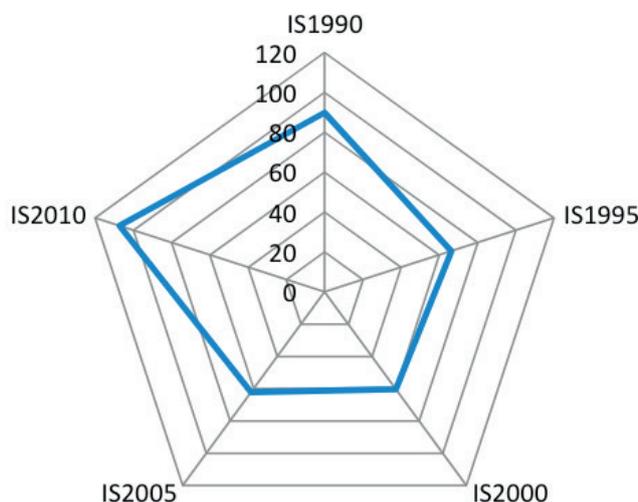


Figura 4 - Índices de Sustentabilidade Geral, por período (pescados de água doce), nos Estados de Sergipe e Alagoas.

Elaborado pelos autores (2015).

4 | CONCLUSÃO

Os indicadores escolhidos mostraram-se de grande sensibilidade e acompanharam a variação das mudanças na média dos indicadores a cada período. As variações dos índices de sustentabilidade capturaram valores mais precisos da sustentabilidade do município ou região, ao interagir indicadores multidisciplinares.

Dessa forma, o método proposto mostrou-se adequado para avaliar a sustentabilidade dos municípios, no que diz respeito aos aspectos ambientais, econômicos e sociais. As características desses indicadores permitiram que houvesse uma resposta imediata às mudanças percebidas no sistema, de fácil aplicação, apresentou enfoque integrado ao relacionar-se com outros indicadores, facilitando a construção dos polígonos de impacto antropogênico.

Através da análise dos Índices de Sustentabilidade, constatou-se que os índices relacionados à vazão do rio, à produção de pescados e a renda per capita influenciaram diretamente na sustentabilidade do sistema, tanto por dimensão, quanto no geral.

O levantamento realizado demonstrou que o indicador Mortalidade Infantil provocou maior impacto negativo no ano de 1990 e em 1995. A partir de 2000 a produção de pescados e a vazão são os indicadores que apresentam maior impacto negativo no sistema.

A regularização da vazão das águas do rio São Francisco e sua consequente redução dos valores máximos e aumento dos valores mínimos, não permite que o rio viva pulsando naturalmente. Este mantém-se com características de ecossistema lântico em detrimento dos seus aspectos lóticos. Estes aspectos trazem perturbações para a fauna que se ver espremida entre a barragem de Xingó e a cunha salina sem as condições naturais de reprodução e alimentação das espécies alóctones.

Os reflexos das políticas energéticas do país, que insistem em uma matriz de obtenção de eletricidade através dos barramentos dos rios, a qualquer custo e sob o espectro do crescimento econômico, sem observar a capacidade de resiliência dos ecossistemas envolvidos. Esse modelo de desenvolvimento, tem submetido a bacia hidrográfica do baixo São Francisco à degradação e à insustentabilidade ecológica.

O Polígono de Impacto Antropogênico permitiu demonstrar, a necessidade de monitoração da sustentabilidade ambiental no baixo São Francisco, para tal, o estudo propõe que seja usado este modelo de monitoração com base nos Índices de Sustentabilidade Municipal que foram apurados com ênfase na vazão máxima do rio.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/informacoeshidrologicas/monitoramentohidro.aspx>. 2012. 28.05.2012.

BECK, Ulrich. A reinvenção da política: rumo a uma teoria da modernização reflexiva. In: GIDDENS, Anthony, BECK, Ulrich, LAASH, Scott. **Modernização Reflexiva** – política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: UNESP, 1997, p. 11-72.

BERTALANFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas**: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. Petrópolis: 3 ed. Vozes, 2008.

BRAGA, Tania Moreira; FREITAS, Ana Paula Gonçalves de; DUARTE, Gabriela de Souza & CAREPA-SOUSA, Júlio. Índices de Sustentabilidade Municipal: o desafio de mensurar. **Nova Economia**. Belo Horizonte. 14 (3), 11-33. Setembro-Dezembro de 2004.

BRASIL. ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2014**. Brasília/DF. 2015. Disponível em: http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2014_inf.pdf.

BRASIL. IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Estatística de Desembarque Pesqueiro**: censo estrutural da pesca 2006 – relatório final. <http://www.sfrancisco.bio.br/arquivos/IBAMA001.pdf>. Brasília, DF. 2007.

BRASIL. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censos Demográficos do Brasil**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. 2012.

CALORIO, Claudia Maria. **Análise de Sustentabilidade em Estabelecimentos Agrícolas Familiares no Vale do Guaporé – MT**. 1997. 105p.. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, UFMG, Cuiabá, 1997.

CAMINO V., Ronnie de; MÜLLER, Sabine. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales**: bases para establecer indicadores. San José: IICA, 1993. 134p. (Série Documentos de Progrmas IICA, 38).

DANIEL, Omar. **Definição de Indicadores de Sustentabilidade para Sistemas Agroflorestais**. 2000. 113p.. Tese (Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa: UFV, 2000.

DANIEL, Omar *et al.*. Alternativa a um método para determinação de um índice de sustentabilidade. SIF-Sociedade de Investigações Florestais. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 25, n. 4, p. 455-462. 2001.

GUIJT, Irene. **Monitoramento participativo**: conceitos e ferramentas práticas para a agricultura sustentável. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1999.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. **A Década Inclusiva (2001-2011)**: desigualdade, pobreza e políticas de renda. Comunicado IPEA. Nº 155. Set. 2012.

JANNUZZI, Paulo de Martino. **Indicadores Sociais no Brasil** – conceitos, fontes de dados e aplicações. São Paulo: 4 ed. Alínea, 2009.

LOPES, Saulo Barbosa. **Arranjos Institucionais e a Sustentabilidade de Sistemas Agroflorestais**: uma proposição metodológica. 2001. 160p. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre: UFRGS, 2001.

MALTCHIK, Leonardo e MEDEIROS, Elvio Sergio Figueredo. Diversidade, estabilidade e atividade reprodutiva de peixes em uma poça fluvial permanente no leito de um riacho efêmero, riacho Avelós, Paraíba, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Suplemento Especial, n. 1, 2 semestre, 2006.

MARTINS, Clitia Helena Black & OLIVIERA, Naia. **Indicadores de Sustentabilidade**: a necessária integração das dimensões social, econômica e ambiental. Encontro da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica ECOECO. Brasília, 2005. Disponível em: http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/vi_en/artigos/mesa3/indicadores_sustentabilidade.pdf.

MARTINS, Maria de Fátima e CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Índices de Desenvolvimento para Localidades: uma proposta metodológica de construção e análise. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. RGSA, São Paulo, v. 6, p. 03-19, jan/abr. 2012.

MATOS, Eduardo Lima de. **O Pacto das Águas e suas Relações Socioambientais**. 2014. 153f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão: UFS, 2014.

MEDEIROS, Paulo Ricardo Petter; SANTOS, Manoel Messias dos; CAVALCANTE, Geórgenes Hilário; SOUZA, Weber Friederichs Landim de & SILVA, Wilson Francisco da. Características ambientais do Baixo São Francisco (AL/SE): efeitos de barragens no transporte de materiais na interface continente-oceano. **Geochimica Brasiliensis** 28(1): 65-78, 2014.

MENDONÇA, Nivaldo dos Santos. **Sustentabilidade e Usos Múltiplos da Água da Barragem Poção da Ribeira-SE**. 2013. 225f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão: UFS, 2013.

MOURA, L. G. V. **Indicadores para avaliação da sustentabilidade em sistemas de produção da agricultura familiar**: o caso dos funiculadores de Agudo-RS. 2002. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Rural. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural, UFRGS. Porto Alegre. 230. 230p.

NERI, Marcelo. **A nova classe média**: o lado brilhante da base da pirâmide. São Paulo: 1 ed. 3 tir. Saraiva, 2013.

PASSOS, Helga Dulce Bispo & PIRES, Mônica de Moura. Indicadores Ambientais para Avaliação de

Agroecossistemas. **Informe Gepec** – vol. 12, n. 1, jan/jun. 2008.

REGO, Walquiria Domingues Leão & PINZANI, Alessandro. Liberdade, Dinheiro e Autonomia: o caso bolsa família. **Política & Trabalho. Revista de Ciências Sociais**, 38, abril de 2013, p. 21-42.

REGO, Walquiria Domingues Leão & PINZANI, Alessandro. **As Vozes do Bolsa Família**. São Paulo: Editora UNESP. 2013.

SACHS, Ignacy. **Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável**. Rio de Janeiro: Garamound. 2002.

SANTANA, José Ubiratan Resende, SOUZA, Thais Barros de & GOMES, Laura Jane. Mensuração da sustentabilidade no Meio Rural. In: SANTOS, Antônio Carlos dos & BECKER, Evaldo. **Entre o Homem e a Natureza**. Porto Alegre: Redes Editores, 2012, p. 169-180.

SÉPULVEDA, Sergio; CHAVARRÍA, Hugo; ROJAS, Patrícia. **Metodologia para estimar el nível de desarrollo sostenible em territórios rurales**: el Biograma. San José, Costa Rica: Instituto Americano de Cooperación para a Agricultura IICA/Dirécción de Desarrollo Rural Sostenible, 2005.

SOUTO, Raquel Dezidério. **Aplicação de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável** - Estudo de Caso Avaliação do Impacto Antropogênico na Zona Costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. 2005. 160p. (Monografia em Oceanografia) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro/ Departamento de Oceanografia e Hidrologia. UERJ, 2005.

VAN BELLEN, Hans Michael. Desenvolvimento Sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente e Sociedade**. Vol. VII, n. 1. Jan/Jul. 2003.

VAN LEEUWEN, C. J.. Cite Blueprints: baseline assessments of sustainable water management in 11 cities of the future (2013). **Water Resources Management**. An International Journal, Springer, (2013) 27: 5191-5206.

SOBRE O ORGANIZADOR

Helenton Carlos da Silva - Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2007), especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2010) é MBA em Engenharia Urbana pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (2014), é Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental na Universidade Estadual de Ponta Grossa (2016), doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa e pós-graduando em Engenharia e Segurança do Trabalho. A linha de pesquisa traçada na formação refere-se à área ambiental, com foco em desenvolvimento sem deixar de lado a preocupação com o meio ambiente, buscando a inovação em todos os seus projetos. Atualmente é Engenheiro Civil autônomo e professor universitário. Atuou como coordenador de curso de Engenharia Civil e Engenharia Mecânica. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em projetos e acompanhamento de obras, planejamento urbano e fiscalização de obras, gestão de contratos e convênios, e como professor na graduação atua nas seguintes áreas: Instalações Elétricas, Instalações Prediais, Construção Civil, Energia, Sustentabilidade na Construção Civil, Planejamento Urbano, Desenho Técnico, Construções Rurais, Mecânica dos Solos, Gestão Ambiental e Ergonomia e Segurança do Trabalho. Como professor de pós-graduação atua na área de gerência de riscos e gerência de projetos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento-Público 1
Ácido 2,4-diclorofenoxiacético 191, 193, 199
Água superficial 10, 135
Atenuação de energia 31
Atividade enzimática 210, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225
Atributos Físicos 48, 146

B

Bacia hidrográfica 25, 26, 53, 59, 60, 61, 67, 85, 90, 116, 117, 118, 119, 124, 130, 148, 241, 242
Band GAP 157, 158, 163, 164
Barragem subterrânea 40, 41, 42, 43, 47, 48

C

Camarão Peneídeo Estuarino 179
Carcinicultura 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17
Catalase 209, 210, 212, 215, 227, 228, 229
Categoria de risco 49, 52, 55, 56
Concentração de Fe 230
Condutividade elétrica 1, 2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 26, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 204, 205, 234, 236, 240
Condutividade hidráulica 18, 21, 44, 48, 146, 147, 149, 152, 154
Crescimento de Camarão-Rosa 179

D

Dano potencial associado 49, 52, 54, 55, 56
Dejetos de animais 230
Dessalinização 244, 245, 246, 248, 249, 250, 251, 252, 253
Diagrama de gibbs 24, 27
Dimensionamento 77, 78, 79, 81, 83, 178

E

Erodibilidade 18, 22
Estação elevatória 62, 77, 78, 79, 80, 83
Estanho 191, 192, 193, 195, 199
Estatística multivariada 133
Eutrofização 133
Evaporação 24, 25, 27, 28, 29, 41, 42, 245, 247

F

Forma de batata 158
Fotocatálise 164, 191, 192, 199
Fotodegradação 158, 160, 164, 191, 194

G

Geoestatística 94
Geografia histórica 104
Gestão ambiental 31, 203, 208
Glutathione S-transferase 209, 210, 215

H

Hidrogeoquímica 24, 29

I

Índice de sustentabilidade 116, 117, 119, 121, 122, 125, 126, 129, 131
Índices de secas 68, 70
Infiltração de água no solo 18, 19, 146, 147, 149, 152, 156

M

Metais tóxicos 209, 210, 231
Modelos bio-ópticos 133

N

Nordeste do Brasil 25, 29, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 68, 69, 70, 117, 135, 188

P

Paisagens hídricas 104, 105, 106, 109
Pescados 116, 119, 121, 123, 126, 127, 128, 129
Plano de ação de emergência 49, 55
Polígono antropogênico 116, 117, 123
Potabilidade 1, 4, 8
Potencial matricial 19, 146, 148
Python 77, 78

Q

Qualidade da água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 29, 43, 45, 90, 134, 230, 234, 235, 241, 242, 243

R

Rede de arrasto não motorizado 179
Rompimento 49, 50, 54, 57, 63, 195

S

Secas 41, 59, 60, 68, 69, 70, 71, 72, 142

Semiárido 29, 40, 41, 42, 48, 51, 69, 75, 91, 93, 94, 95, 96, 103, 169, 208, 244, 245, 246, 251, 253

Software 77, 78, 79, 81, 82, 83, 97, 102, 106, 149, 150, 154, 156, 216

Sustentabilidade municipal 116, 130

Swan 31, 32, 33, 34, 35, 38, 39

T

Tecnologia ambiental 48, 244

Tecnologias apropriadas 40

U

Urbanização 85, 104, 105, 106, 107, 110, 111, 112, 114, 115, 170

V

Variabilidade 12, 13, 14, 15, 69, 75, 91, 94, 95, 97, 98, 99, 102, 103, 133, 134, 137, 138, 140, 141, 142, 155, 211

Vegetação 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 51, 86, 87, 90, 92, 93, 94, 95, 236

Velocidade de infiltração básica 18, 19, 20, 21, 22, 23, 146, 148, 152

VIB 18, 19, 20, 21, 146, 152

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-668-3

