

HELENTON CARLOS DA SILVA  
(ORGANIZADOR)



# MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

HELENTON CARLOS DA SILVA  
(ORGANIZADOR)



# MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacão do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás  
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Posaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

M514 Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86002-46-1

DOI 10.22533/at.ed.461201203

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 363.7

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná - Brasil

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra *“Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora e apresenta, em seus 11 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia ambiental, tendo como base a sua preocupação com o meio ambiente, em especial destaque aos recursos hídricos e ao saneamento ambiental.

Compatibilizar o desenvolvimento com o meio ambiente significa considerar os problemas dentro de um contínuo processo de planejamento, atendendo-se adequadamente as exigências de ambos. Para a gestão, o planejamento e o controle se faz necessário a implantação de sistemas de medição e monitoramento, sendo que para esses sistemas funcionarem é imprescindível a utilização de indicadores.

Desta forma, as melhorias das condições dos serviços de saneamento básico dependem do sucesso das entidades de regulação, pois os avanços tímidos no aumento da cobertura dos serviços observados nos últimos anos indicam que a ampliação da disponibilidade de recursos financeiros, por si não é garantia de agilidade no aumento da oferta dos serviços.

Tem-se ainda que o aumento da demanda da sociedade por matrizes energéticas tem impactado os recursos naturais. Neste contexto, as usinas hidrelétricas, ainda que consideradas fontes de energia limpa, podem causar alterações prejudiciais nos recursos hídricos, que por sua vez podem acarretar na depreciação da qualidade da água.

É fatídica a relevância do sensoriamento remoto e de outras ferramentas das geotecnologias passíveis de aplicação nos estudos ambientais diretamente relacionados com o monitoramento e fiscalização do uso dos recursos florestais.

Considera-se ainda que o reuso da água a cada dia torna-se mais atrativo, pois está relacionada com a conscientização e uso sustentável desse recurso hídrico cada vez mais escasso. Além de que a Redução do Risco de Desastres é um tema que cresce a cada dia na produção de conhecimento acadêmico, técnico e científico, a fim de incrementar tanto os meios para o melhor entendimento dos desastres, quanto às maneiras de evitá-los e mitigar seus impactos negativos.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados ao saneamento ambiental, compreendendo, em especial, a gestão do meio ambiente, bem como a correta utilização dos recursos hídricos. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do conhecimento, tendo em vista a 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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
AMAZÔNIA BRASILEIRA: UMA PERSPECTIVA FILOSÓFICA SOBRE A SUPRESSÃO DOS RECURSOS NATURAIS	
Lucas Mota Batista Marina Costa de Sousa Albertino Monteiro Neto Kemuel Maciel Freitas Luciane Gomes Fiel	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
A IMPORTÂNCIA DA REGULAÇÃO DO SETOR DE SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL	
Pedro Henrique Pena Pereira Rogério Alexandre Reginato	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE COARI/AM SEGUNDO O MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA	
Letícia dos Santos Costa Luiza de Nazaré Almeida Lopes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
ANÁLISE COMPARATIVA DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO TOCANTINS A MONTANTE E A JUSANTE DA USINA HIDRELÉTRICA LUIS EDUARDO MAGALHÃES	
Nicole Marasca Guenther Carlos Couto Viana Flávia Tonani Emerson Adriano Guarda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
ABORDAGEM SOBRE A RUGOSIDADE SUPERFICIAL INTERNA DE TUBULAÇÕES UTILIZADAS EM IRRIGAÇÃO E CONDUÇÃO DE ÁGUA COM ÊNFASE NOS PARÂMETROS KURTOSIS E SKEWNESS	
Bruna Dalcin Pimenta Adroaldo Dias Robaina Marcia Xavier Peiter José Antonio Frizzone Moacir Eckhardt Jhosefe Bruning Luiz Ricardo Sobenko Anderson Crestani Pereira Laura Dias Ferreira Rogerio Lavanholi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4612012035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
DETECÇÃO REMOTA DE FLORESTA E FRAGMENTOS FLORESTAIS ATRAVÉS DE IMAGENS SENTINEL 1A EM TRACUATEUA – PA	
Deyverson Mesquita Freitas	

André Luis Nascimento de Oliveira  
Robert Luan Borges Negrão  
Neuma Teixeira dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.4612012036**

**CAPÍTULO 7 ..... 66**

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA ESCALA DE IMPACTOS PARA EVENTOS METEOROLÓGICOS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO: COMPARAÇÃO ENTRE OS VERÕES 2017/18 E 2018/19

Alexander de Araújo Lima  
Orlando Sodré Gomes  
Marcelo Abranches Abelheira  
Felipe Cerbella Mandarinó  
Pedro Reis Martins  
Kátia Regina Alves Nunes  
Leandro Vianna Chagas

**DOI 10.22533/at.ed.4612012037**

**CAPÍTULO 8 ..... 87**

REUSO DE ÁGUA DE ARCONDICIONADO UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS E COMPUTAÇÃO EM NUVEM: UM ESTUDO DE CASO NA EMPRESA DE TIC NO AMAZONAS

Afonso Fonseca Fernandes  
Júlio César D'Oliveira e Souza  
Mario Jorge da Silva Maciel

**DOI 10.22533/at.ed.4612012038**

**CAPÍTULO 9 ..... 101**

ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NAS UNIDADES DE UMA REDE SUPERMERCADISTA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM – PA)

Danúbia Leão de Freitas  
Yan Torres Dos Santos Pereira  
Douglas Matheus das Neves Santos  
Danilo Mercês Freitas

**DOI 10.22533/at.ed.4612012039**

**CAPÍTULO 10 ..... 114**

ÁREAS DEGRADADAS E CONTAMINADAS: A MATÉRIA ORGÂNICA E A SATURAÇÃO POR BASE COMO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM AGROECOSSISTEMA

Eduarda Costa Ferreira  
Vanessa Silva Oliveira  
Kelvis Nunes da Silva  
Jonathan Matheus Mendes  
Gleidson Marques Pereira  
Thamires Oliveira Gomes  
Rodolfo Pereira Brito  
Seidel Ferreira dos Santos  
Gleicy Karen Abdon Alves Paes

**DOI 10.22533/at.ed.46120120310**

**CAPÍTULO 11 ..... 120**

ANÁLISE DOS DESDOBRAMENTOS DA POLÍTICA NACIONAL DE BIOCOMBUSTÍVEIS (RENOVABIO) NO CENÁRIO BRASILEIRO

Uonis Raasch Pagel  
Adriana Fiorotti Campos  
Jaqueline Carolino

**DOI 10.22533/at.ed.46120120311**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>129</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>130</b>

## AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE COARI/AM SEGUNDO O MODELO PRESSÃO-ESTADO-RESPOSTA

*Data de aceite: 09/03/2020*

**Letícia dos Santos Costa**

Universidade Federal do Pará  
Belém-Pa

**Luiza de Nazaré Almeida Lopes**

Universidade Federal do Pará  
Belém-Pa

**RESUMO:** No presente trabalho foi desenvolvido um estudo para avaliação da sustentabilidade ambiental da bacia hidrográfica do Espírito Santo no município de Coari/AM por meio de indicadores de sustentabilidade atrelados ao modelo pressão, estado, resposta (PER). Os procedimentos metodológicos incluíram as etapas: levantamento de dados secundários, de revisão da literatura, diagnóstico ambiental da área de estudo e a seleção dos parâmetros socioeconômicos e ambientais. Após serem analisados os fatores de relevância sobre as águas superficiais para gestão ambiental, foram estabelecidos 11 indicadores caracterizados quanto ao nome, definição, importância e enquadramento no modelo PER. Os resultados mostraram que o uso da água bacia hidrografia em Coari/AM caminha para a insustentabilidade. Tal situação vem agravando-se com o crescimento econômico, principalmente impulsionado pela expansão

da atividade industrial, o qual não reflete a realidade local, visto que, o município convive com problemas no abastecimento de água potável, deficiência no tratamento de esgotos, e principalmente a degradação dos recursos hídricos superficiais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Indicadores Ambientais de Sustentabilidade; Modelo PER; Coari/AM.

### 1 | INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da sociedade ocorreu de forma desordenada, sem planejamento, à custa de níveis crescentes de poluição e degradação ambiental. O domínio do meio ambiente pelo homem provocou desequilíbrio nos ecossistemas, surgindo assim, o conflito a que chamamos de crise ambiental. O processo de degradação ambiental é complexo e requer medidas de gestão e controle que passam por ações e soluções integradas de gestão ambiental, para minimizar os eventuais impactos ambientais. E pela tecnologia, tentou-se construir métodos de planejamento, modelos matemáticos, equipamentos de controle de poluição e processos alternativos menos poluentes, visando à sustentabilidade dos sistemas.

Compatibilizar o desenvolvimento com o

meio ambiente significa considerar os problemas dentro de um contínuo processo de planejamento, atendendo-se adequadamente as exigências de ambos. Mas, como medir e monitorar a sustentabilidade? Para a gestão, o planejamento e o controle se faz necessário a implantação de sistemas de medição e monitoramento, sendo que para esses sistemas funcionarem é imprescindível a utilização de indicadores. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010) – indicadores são ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas através de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem. Por outro lado indicadores de sustentabilidade ambiental são instrumentos essenciais para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado rumo ao desenvolvimento sustentável.

Conforme Bellen (2006) as principais funções dos indicadores são: avaliações de condições e tendências; comparação entre lugares e situações; avaliação de condições e tendências em relação às metas e aos objetivos; prover informações de advertência; antecipar futuras condições e tendências. E para Beaver (2011) os indicadores de sustentabilidade devem: ser simples de usar e fáceis de serem entendidos; ter facilidade de coleta e custo viável; sendo então úteis como ferramentas de gestão. Nesse sentido, Existem diversos modelos que podem ser utilizados para aplicação dos indicadores ambientais. Esses modelos foram desenvolvidos ou reformulados para atender determinado objetivo. Segundo Bakkes e colaboradores (1994), é importante classificar os indicadores ambientais seguindo algum modelo, pois o modelo permitirá uma maior compreensão de quais parâmetros devem ser utilizados para a obtenção de uma melhor descrição do sistema analisado e quais indicadores podem ser agrupados para a obtenção de um melhor resultado.

Neste trabalho, optou-se pela escolha do sistema de indicadores ambientais baseado no modelo pressão-estado-resposta, para se fazer uma avaliação ambiental dos recursos hídricos do município de Coari/AM, mais precisamente na bacia hidrográfica urbana de Espírito Santo. O modelo foi escolhido pelo fato de ser amplamente utilizado, demonstrando assim, sua aplicabilidade em várias áreas do conhecimento, além de cumprir o que se pretende avaliar deste estudo.

## **2 | METODOLOGIA**

### **2.1 Caracterização da Área de Estudo**

A região de Coari (Figura 1) é caracterizada pela ausência de período seco no ano e por chuvas mais intensas entre dezembro e maio, com totais anuais da ordem de 2300 mm e temperatura média de 26°C. A cobertura vegetal é do tipo floresta tropical densa. A malha hidrográfica da área é formada pelos rios Coari e seus afluentes, o Urucu e o Arauá, que deságuam na margem direita do rio Solimões, onde está localizada a cidade de Coari; e pelo rio Mamiá, cuja confluência com o Solimões ocorre

mais a jusante. Esses rios menores formam lagos tipo ria.

Na cidade de Coari, margem direita do Rio Solimões, está situado o Terminal de Coari ( $3^{\circ} 56' 39''\text{S}$  e  $63^{\circ} 09' 40''\text{W}$ ), por onde a Petrobras escoa, através de transporte fluvial até a Refinaria Isaac Sabbá (REMAN) na cidade de Manaus, a produção de óleo da Província de Urucu, hoje estimada em 50.000 barris por dia. Este terminal está conectado à região de produção petrolífera por um duto com cerca de 280 km de extensão. Na confluência do Lago de Coari com o Rio Solimões, encontra-se a cidade de mesmo nome, que representa um dos mais importantes núcleos urbanos do Estado do Amazonas. Corroborando tal afirmativa, vale mencionar que o município de Coari é aquele que recebe no Estado os recursos mais significativos de royalties do petróleo.

Segundo o PLANSAM (2012) a área urbana do município é atingida pelas águas quando ocorrem cheias atípicas como as dos anos de 2009 e de 2012, pois a mesma é cortada pelos igarapés chamados de Bucuará, Espírito Santo e do Pêra, esse fator condiciona a área urbana a ser alagada periodicamente e dessa maneira as ocupações às margens destes cursos são diretamente atingidas, ou seja, essa dinâmica das águas causa transtornos à população quando chega o período da enchente ou com as chuvas mais intensas no verão.

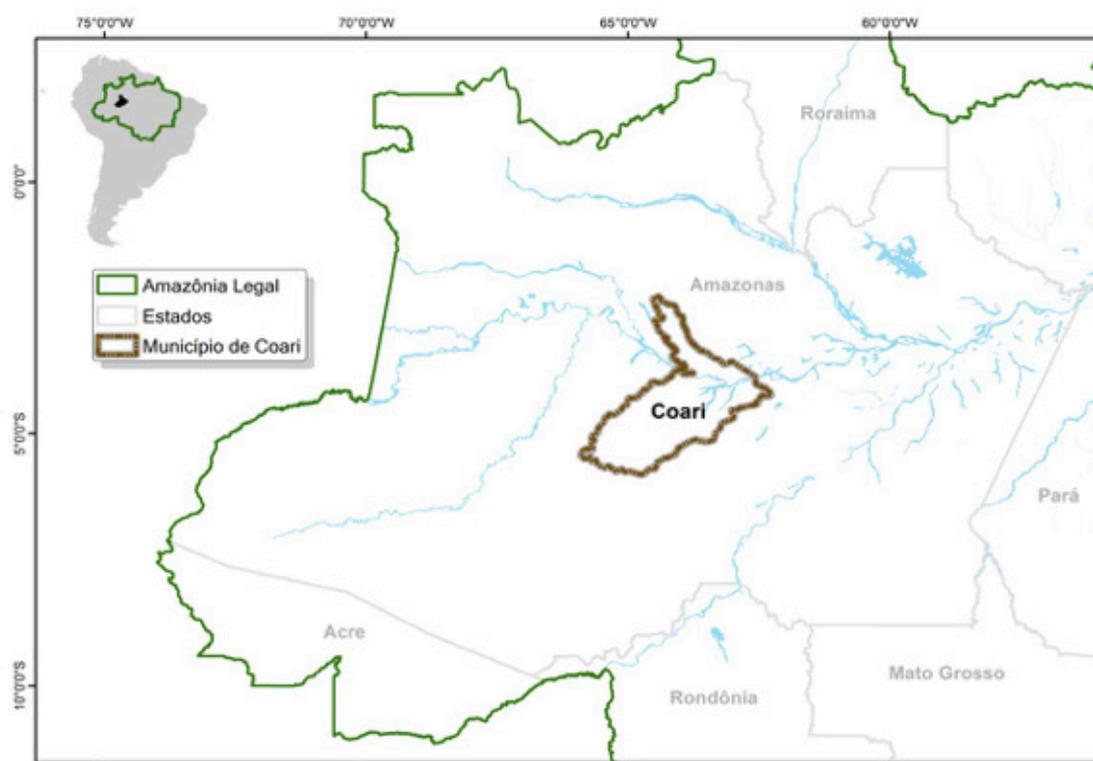


Figura 1: Localização do Município de Coari.

Fonte: Autores, 2019.

## 2.2 Mensuração de Sustentabilidade

Segundo Delai e Takahashi (2007), mensurar a sustentabilidade é indispensável para inseri-la no processo de decisão de todos os níveis organizacionais. Essa medição pode ser feita por meio de índices ou conjuntos de indicadores. Porém, independentemente da forma que é feita, suas funções serão as mesmas e estão ligadas ao embasamento da tomada de decisão.

A mensuração da sustentabilidade do uso da água na área em estudo foi realizada através de indicadores de dimensão social, econômica e ambiental, no qual permitiu uma agregação de informações provenientes de fenômenos observados e teve como base o modelo de indicadores ambiental desenvolvido pela OCDE denominado Pressão-Estado-Resposta (PER) e foi baseado na metodologia utilizada por Rego et al. (2009). Os indicadores selecionados podem ser vistos na Tabela 1.

Aspectos de Sustentabilidade	Indicadores
<b>Social</b>	Taxa de crescimento populacional
	Taxa de urbanização
	Índice de desenvolvimento humano municipal
	Percentual da população com acesso a água potável
	Percentual da população sem esgotamento sanitário
<b>Econômico</b>	Taxa de crescimento da produção agropecuária
	Produto interno bruto per capita
<b>Ambiental</b>	Degradação de mata ciliar
	Qualidade da água
	Políticas de combate s ao desperdício de água
	Proporção de esgoto tratado

Tabela 1- Indicadores de sustentabilidade no uso da água em Coari/AM .

Fonte: Autores, 2019

Seguindo a metodologia de Rego *et al.* (2009), foram atribuídos a cada indicador estudado, uma escala de desempenho do tipo controlada e com intervalos iguais: “muito ruim”, “ruim”, “regular”, “bom” e “muito bom”. A relação entre a quantidade de indicadores não necessariamente será de um para um de cada grupo, haja vista que os Indicadores de Estado são resultados de um conjunto de pressões exercidas no sistema, e as respostas devem mitigar a todas as pressões exercidas.

As notas atribuídas aos indicadores de pressão foram diretamente proporcionais aos seus potenciais de degradação, ou seja, quanto pior para o sistema for o resultado do indicador de pressão, maior será sua nota. A aplicação das notas para os indicadores de estado e resposta foram diretamente proporcionais a qualidade dos resultados, ou seja, quanto melhor for o resultado dos indicadores de estado e resposta, maiores

serão suas notas (Tabela 2). Para chegar às conclusões finais, foi criado um gráfico em formato de radar a partir da média aritmética das notas relativas aos conceitos avaliados de cada indicador.

Avaliação de Indicadores para o Sistema	Indicador de Pressão	Indicador de Estado	Indicador de Resposta
Muito Ruim	5	1	1
Ruim	4	2	2
Regular	3	3	3
Bom	2	4	4
Muito Bom	1	5	5

Tabela 2 - Avaliação dos indicadores de pressão, estado e resposta do sistema hídrico.

Fonte: Rego et al.(2009)

### 3 | 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise socioeconômica

##### *PIB per capita*

O PIB per capita consiste na riqueza em uma determinada região, dividida pelo número de habitantes. Depende das atividades econômicas e essas da utilização de recursos naturais. Segundo Rego, 2009 em algumas cidades o PIB não necessariamente representa uma melhoria na saúde econômica, pois os verdadeiros ganhos podem ficar concentrados fora do local, mas representa um bom indicador do estado econômico local.

O PIB per capita do município de Coari será um dos indicadores escolhidos para avaliação do reflexo da utilização dos recursos naturais (água) na saúde financeira do município. Ele irá avaliar a interação entre elementos do sistema, o ser humano e a água. Relacionando esse indicador com o objetivo do sistema hídrico, temos a busca da qualidade de vida do ser humano sendo relacionada com a existência do elemento água e sua utilização no sistema.

Segundo a IBGE (2012), dentre os 62 municípios do Amazonas, o PIB do município de Coari ocupa a 2º posição no ranking amazonense desde 1991 até a última coleta de dados feita em 2012. Analisando o gráfico entre os anos de 2000 e 2012, percebeu-se que o PIB per capita municipal foi superior ao nacional nos anos de 2006, 2008, 2011 e 2012. Em uma análise financeira, considerando o PIB per Capita, os resultados econômicos de Coari podem ser considerados **muito bons**, pois a renda média a partir desse indicador cresceu aproximadamente 483% entre os anos de 2000 e 2012, segundo o IBGE,(2012), de R\$ **5.747,28** por habitante para R\$ **33.536,00** por habitante (Figura 1).

Em contrapartida aos resultados econômicos excelentes, considerando as

atividades econômicas e a realidade local, é importante dizer que grande parte do PIB é concentrada na atividade de comércio e serviços e na atividade industrial.

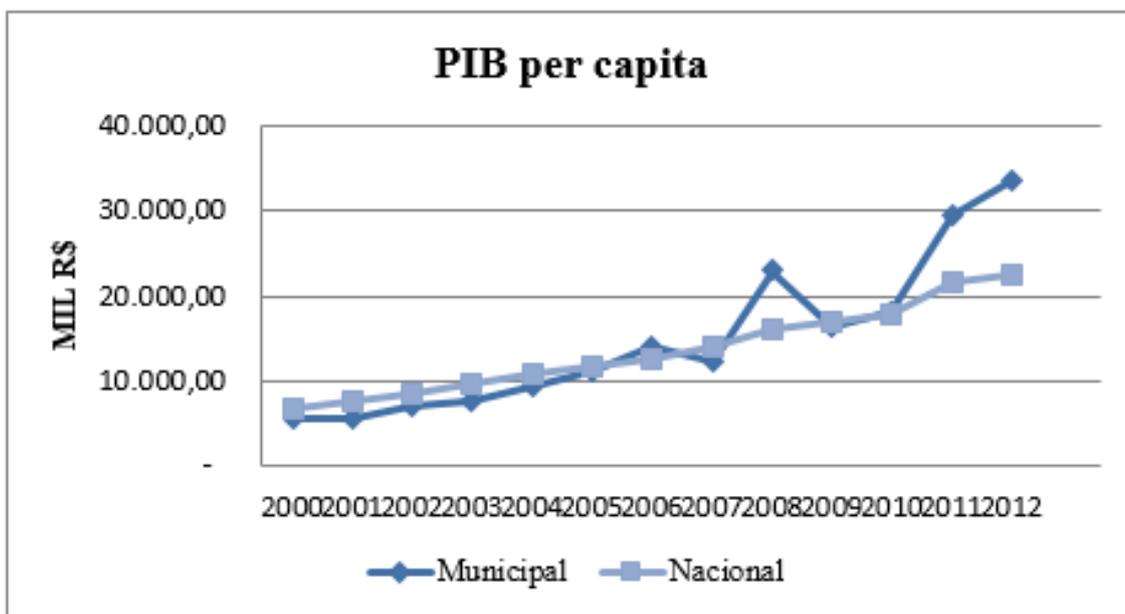


Figura 1: PIB per capita do município de Coari/AM e o Nacional (2000-2012).

Fonte: DATASUS; IBGE,2012).

Segundo a IBGE (2012), no ano de 2005 a participação de Serviços no PIB de Coari era de 55,8% e da Indústria era 25,1%. No ano de 2009, as duas chegaram a ganhar mais espaço, representando juntas 89,4% do PIB municipal. Os registros de 2012 mostram que as duas atividades juntas continuam a dominar os números do PIB de Coari (Figura 2).

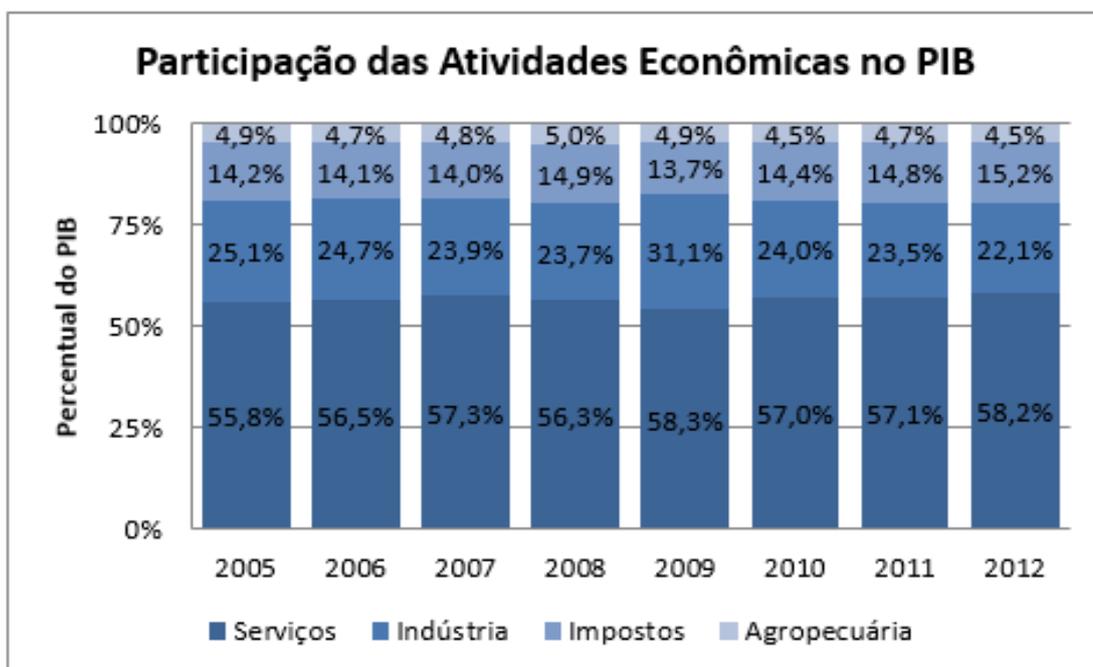


Figura 2: Participação das Atividades Econômicas no PIB

Fonte: (DATASUS; IBGE,2012).

### Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDH-M

Atualmente, dentro do IDH estão contidos dados que representam renda, educação, infância, habitação e longevidade. Portanto, é um índice que agrega várias informações importantes para representar o nível de qualidade de vida e desenvolvimento humano de uma população, tornando-se um bom indicador do estado social local.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) Coari era de 0,586, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Baixo (IDHM entre 0,500 e 0,599). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,780, seguida de Renda, com índice de 0,606, e de Educação, com índice de 0,425 (Figura 3).

No Figura 3, de acordo com o PNUD (1991, 2010), observa-se que os números da educação apresentaram um crescimento considerável 304%, no aspecto longevidade, o crescimento foi de 25,4% e com relação à renda, o crescimento foi de 29,76%, o que não se assimila com o valor do aumento calculado para renda de 483% no indicador PIB per capita para o mesmo período.

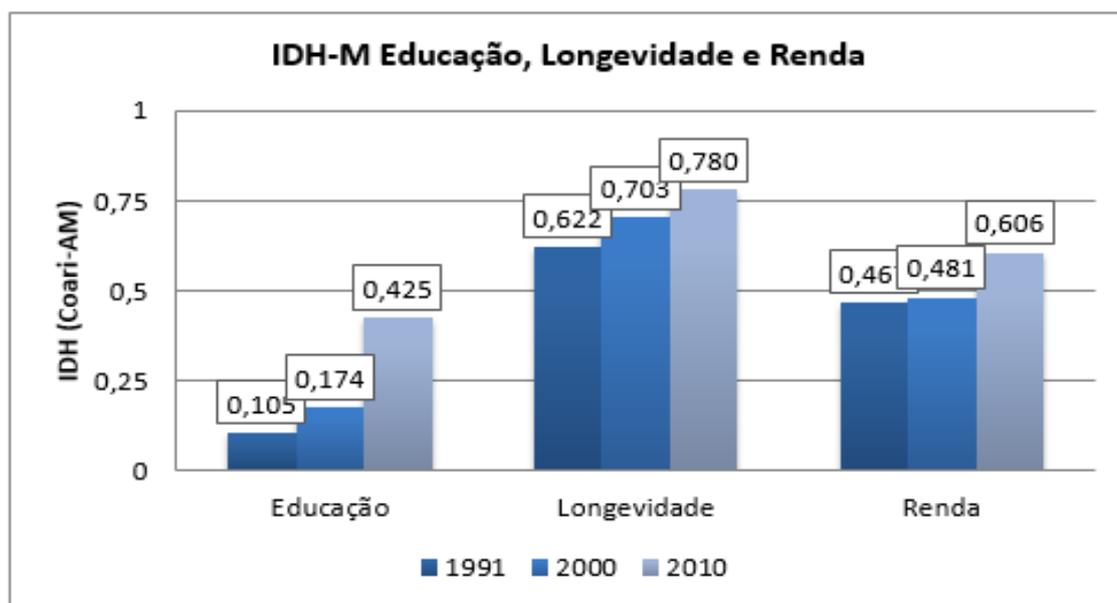


Figura 3: IDH-M Educação, Longevidade e Renda de Coari/AM.

Fonte: PNUD, Ipea e FJP.

Considerando os ganhos econômicos gerados a partir do crescimento do PIB per capita em Coari/AM, começam a aparecer os primeiros resquícios de má distribuição de renda e desigualdade social. Mesmo com um crescimento de 483% entre os anos de 2000 e 2012 no PIB per capita, o município não provou de grandes melhorias sociais baseadas no IDH-M de Coari.

Da mesma forma que o PIB per capita de Coari apresenta o reflexo da utilização dos recursos naturais (água) na saúde financeira municipal, o IDH apresenta o aspecto social, ou seja, ele também avalia uma interação entre elementos do sistema, no caso o ser humano e a água.

De uma forma geral, no âmbito social, Coari apresenta resultados considerados **regulares** na evolução do IDH-M, pois os avanços sociais a partir desse indicador não representam o crescimento econômico da região. Entre os anos de 1991 e 2000, o IDH-M do município cresceu de 0,312 para 0,389, um crescimento de apenas 24,68%. Nos anos de 2000 há 2012 o IDHM passou de 0,389 em 2000 para 0,586 em 2012 uma taxa de crescimento de 50,64%. O hiato de desenvolvimento humano, ou seja, a distância entre o IDHM do município e o limite máximo do índice, que é 1, foi reduzido em 67,76% entre 2000 e 2012. Nesse período, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,251), seguida por Renda e por Longevidade. Mesmo com o aumento do IDH-M, o mesmo ainda é considerado na faixa de Desenvolvimento Humano Baixo (IBGE, 1991, 2010). (Figura 4).

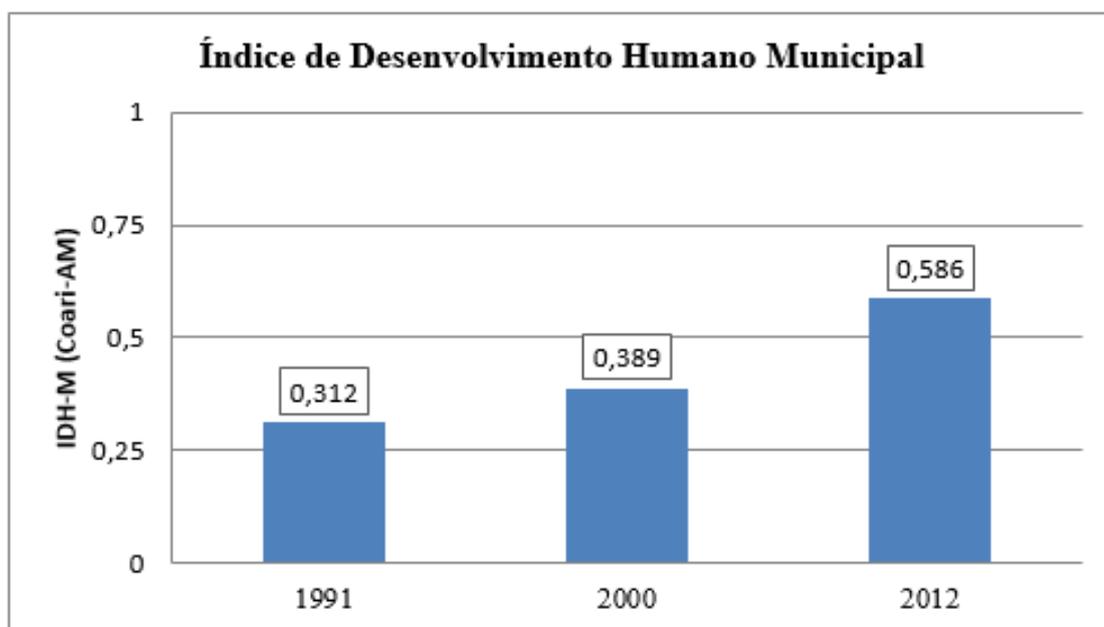


Figura 4: Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de Coari/AM (1991,2012).

Fonte: PNUD, Ipea e FJP.

### *Percentual da população sem esgotamento sanitário adequado*

O “Percentual da população sem esgotamento sanitário adequado” é um indicador que acompanha os progressos no acesso da população a estruturas para eliminação de dejetos humanos da forma mais rápida e segura possível.

Esse indicador apresenta o reflexo que se tem na falta de estruturas de controle no uso dos recursos hídricos. As conseqüências sentidas pelos elementos bióticos do sistema hídrico são sentidas de forma direta com o aumento do risco de contaminação dos corpos d’água.

Segundo pesquisa de Oliveira, 2012, que foi realizada na bacia hidrográfica urbana de Espírito Santo em Coari/AM, com relação ao *esgotamento sanitário das águas servidas e banheiros*, dados representados na Figura 5 revelaram que 73% dos domicílios pesquisados lançam o esgoto direto no canal, 23% apresenta sistema de esgoto canalizado e em 4% existem fossas negras, indicando que em alguns pontos da bacia, ocorre contaminação por fezes e águas servidas.

Esses dados mostram a ausência de tratamento dos efluentes domésticos e a ineficiente estrutura de saneamento básico na cidade de Coari. Com esses resultados, é possível verificar que o crescimento econômico do município não trouxe melhorias no que diz respeito ao atendimento das famílias por esgotamento sanitário, logo o indicador “Percentual da população sem esgotamento sanitário adequado” pode ser considerado **muito ruim**.

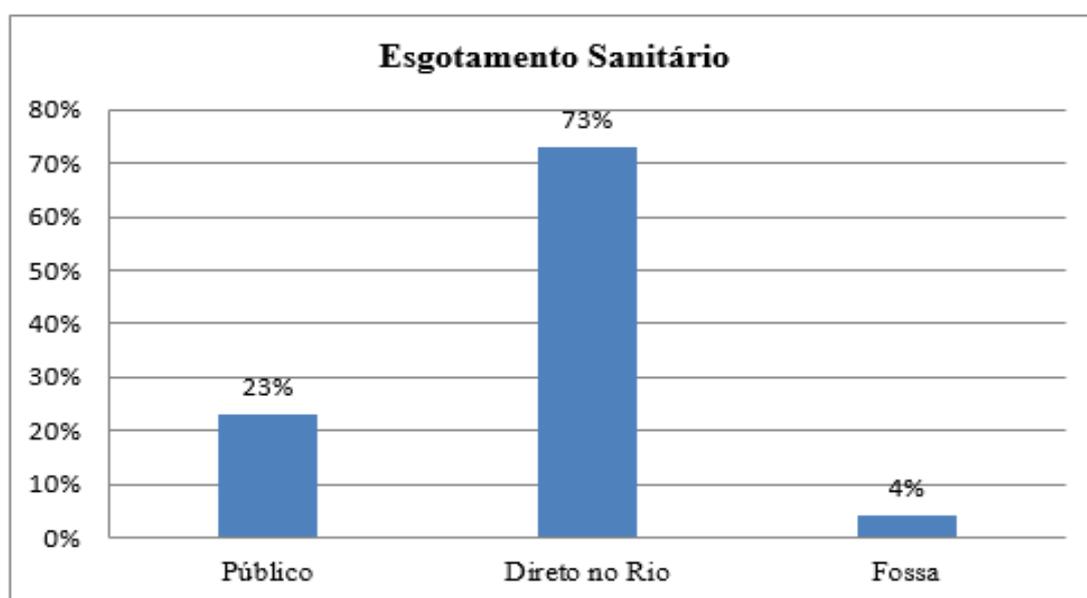


Figura 5: Esgotamento sanitário das águas servidas e dos banheiros.

Fonte: Oliveira, 2012.

### *Percentual da população com acesso a água potável*

Na avaliação do uso da água, esse indicador apresenta uma interação específica que busca principalmente a saúde e bem estar do elemento homem no sistema hídrico. Através desse indicador, é possível demonstrar a busca do poder público por melhorias para a saúde humana e ambiental através da exploração dos recursos hídricos subterrâneos, já que uma parte da água consumida em Coari tem origem nos lençóis freáticos e artesianos.

Sendo assim, os dados encontrados na pesquisa de Oliveira, 2012, *quanto ao abastecimento de água*, revelou que 52% da água é pública, tratada pela Companhia de Água, Esgoto e Saneamento Básico de Coari (CAESC) órgão da Prefeitura de Coari e, 48% são de poços tubulares particulares e da administração pública (Figura

6). Na área foi constatado que a maioria desses poços é de origem clandestina e, mesmo os que são construídos pela Prefeitura se encontram em áreas de influência de fossas, cemitérios, posto de saúde e rios facilitando assim a veiculação de doenças relacionadas a este tipo de abastecimento.

Oliveira, 2012, verificou aspectos relacionados às doenças mais freqüentes no município e constatou que 52% das doenças declaradas podem estar relacionadas ao ambiente hidrográfico degradado. Diante desses fatos, essas áreas são vulneráveis à proliferação de doenças e constituem zonas de risco para as pessoas que há residem. Conforme Santos e Pinto (2010), as doenças mais freqüentes oriundas da veiculação hídricas constadas no centro da cidade de Coari são diarréia e infecção intestinal em 40% dos entrevistados.

Considerando os valores encontrados na pesquisa de Oliveira, 2012, quanto ao abastecimento de água, deverão ser feitos avanços para melhorar o quadro social local, diminuindo o risco de doenças relacionadas à água. Pode-se dizer que o “Percentual da população com acesso a água potável” é um indicador de reposta com resultado **regular** perante a problemática do uso da água no município.

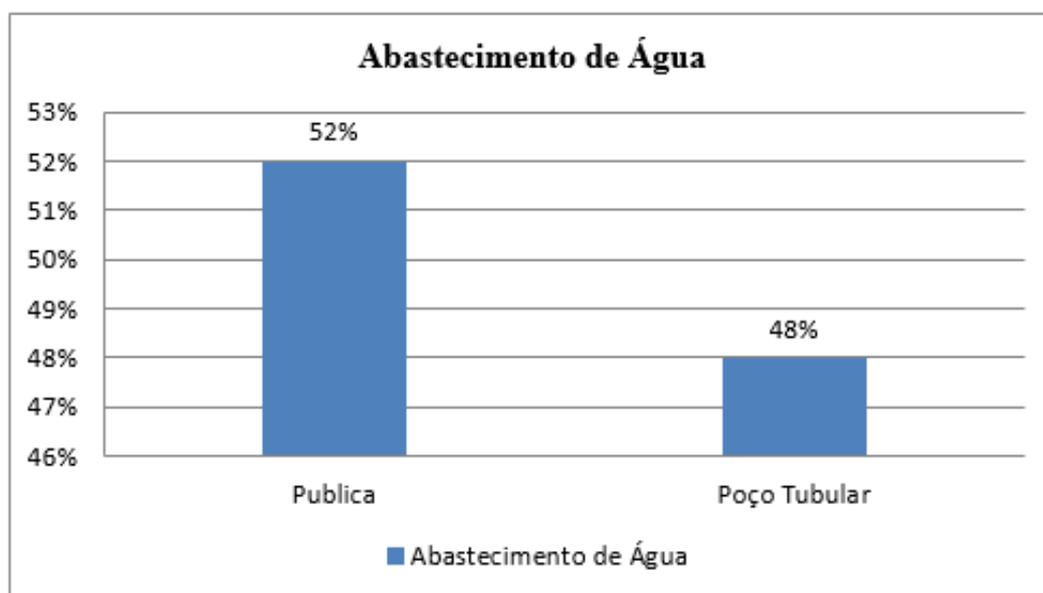


Figura 6: Percentual da População com água potável

Fonte: Oliveira, 2012.

## 4 | ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL

### *Qualidade das Águas*

Como a sustentabilidade do sistema hídrico e de todos os seus elementos necessita do fluxo de água, ou do consumo de água, é necessário que a mesma apresente qualidade para esses fins. Para esta pesquisa não foram calculados os índices de qualidade das águas, pois não foram encontrados nenhum dado bibliográfico

referente a área de interesse, logo serão avaliados os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas do Lago de Coari por estudos realizados por Praia *et al*, (2009) que podem ser encontrados nas Tabelas 3 e 4 .

O lago de Coari possui uma área de cerca de 740 km<sup>2</sup> e nele fica localizado o porto da cidade. Os tipos de resíduos que mais predominam no lago de Coari são os lixos domésticos (plástico, metais (latas de tinta, cerveja), descartável, roupas, calçados), fezes humanas e de animais de estimação.

Praia *et al*, (2009) coletou amostras de água em dois pontos do lago: no ponto I, entrada do lago (próximo do rio Solimões e afastado da ocupação humana) e no ponto II (no porto), na orla, próximo da ocupação humana. Os resultados encontrados das análises físicas e químicas apresentaram valores abaixo do preconizado pela legislação para os parâmetros Dureza, Cor, Turbidez, Íon Amônio e Cloreto. O pH do lago foi considerado como ácido. O oxigênio dissolvido (OD), no ponto I foi de 4,95 mg/L e no ponto II de 3,92mg/L, considerados valores baixos podendo indicar poluição ou degradação do lago. A demanda química de oxigênio-DQO no ponto I foi de 19,31mg/L e no ponto II de 21,3mg/L e a demanda biológica de oxigênio-DBO no ponto I foi de 0,25mg/L e no ponto II foi 0,36mg/L mostrando que as águas do ponto II estão contaminadas por matéria orgânica. Os resultados indicam que a água do lago de Coari possui tanto coliformes fecais (termotolerantes), quanto coliformes totais os quais aumentaram em numero conforme aumento das águas, ou seja, pois observa-se que nos dois pontos a presença de coliformes totais foi maior que o de coliformes fecais.

Pontos de coleta	pH	Condutividade	Transparência	Alcalinidade	Dureza	Cor	Turbidez	Na+	K+
		$\mu\text{S/cm}$	(m)	mg HCO <sub>3</sub> /L	mg/L	mgPt/L	UNT	mg/L	mg/L
Ponto 1	5,6	8,77	3,8	7,10	<0,02	55,35	0,78	1,61	1,75
Ponto 2	6,14	15,75	3,4	7,93	2,23	56,10	1,72	1,79	1,81
Portaria 518/04	6,0				500	75	5	200	200

Pontos de coleta	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub>	Cl <sup>-</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+</sup>	Fe Total	Fe Dis.	S0 <sub>4</sub>	OD (Winkler)	DBO	DQO
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Ponto 1	0,206	0,010	1,46	<0,02	<0,02	1,018	0,168	1,81	4,95	0,25	19,31
Ponto 2	0,208	0,03	1,29	0,32	0,18	0,867	0,215	1,60	3,92	0,36	21,30
Portaria 518/04	1,5	10	250		0,1	0,3		250			

Tabela 3: Resultado das análises físicas e químicas no período da cheia. (22.08.09).

Fonte: Praia, et al.(2009)

Pontos de Coletas	Parâmetros e Valores		Portaria 518/ 04
	Coliformes Totais NMP	Coliformes Fecais NMP	
Ponto 1	50	20	Ausentes
Ponto 2	60	30	Ausentes

Tabela 4: Resultado da análise Bacteriológica no período de cheia. (22.08.09).

Fonte: Praia, *et al.*(2009)

Praia *et al*, (2009),concluíram que qualidade da água do lago de Coari tem sido afetada devido ao crescimento desordenado de habitantes na cidade de Coari, bem como a presença de barcos, restaurantes, flutuantes e casas na orla da cidade, os quais tem vivido em condições sub-humanas, pois os mesmos têm contribuído para a concentração de lixo e esgoto “in natura” que vem ocasionado assim a degradação dos mananciais, onde os resultados das análises mostraram que as águas mais distantes da ação antrópica (ponto I) encontram-se em melhores condições em relação ao ponto II, e do ponto de vista bacteriológico todas as águas desta localidade estão comprometidas, sendo que o ponto II apresentou maior índice de contaminação. Logo o indicador de estado “qualidade da água” feita com esta avaliação de dados é considerado ruim para o sistema.

### *Taxa de crescimento da produção agropecuária*

As principais atividades econômicas do município estão concentradas no setor primário. A zona rural está dividida em 11 pólos agrícolas com 287 comunidades rurais, estimadas em 23 mil pessoas. Estes pólos estão distribuídos de acordo com a caracterização das localidades nos rios e lagos, e pela vocação cultural produtiva. Assim, a maioria dos produtores está localizada em área de várzea. Segundo informações, a maior parte da terra firme está nas mãos de latifundiários, o que caracteriza uma situação comum na Amazônia, onde a distribuição do espaço através da apropriação - que nem sempre é pelo trabalho -, reproduz a diferenciação entre classes sociais.

A cultura da banana é a de maior expressão do município, perfazendo em torno de dois terços da renda de produtos da agricultura, sendo, inclusive, exportada para Manaus. Registram-se, contudo, outros produtos permanentes cultiváveis, tais como: laranja, cupuaçu, maracujá, limão, abacaxi, tangerina, melancia e guaraná. O principal produto sazonal cultivado é a mandioca, que, junto ao peixe, é o mais importante alimento básico na Amazônia. Coari exporta produtos agrícolas, como: cacau, pimentas-doce e murupi, abacaxi, guaraná, cupuaçu, melancia, pupunha e castanha.

A série histórica representada no Figura 7 apresenta o numero de hectares de área plantada e de área colhida entre os anos de 1999 a 2010. Verificou se que

houve uma redução da área plantada de 69,44% entre os anos 1999 e 2010, o que faz concluirmos que houve uma diminuição das atividades agrícolas nesse período de 12 anos e conseqüentemente uma diminuição da taxa de crescimento agrícola, considerando esse indicador de pressão **regular** para o sistema hídrico.

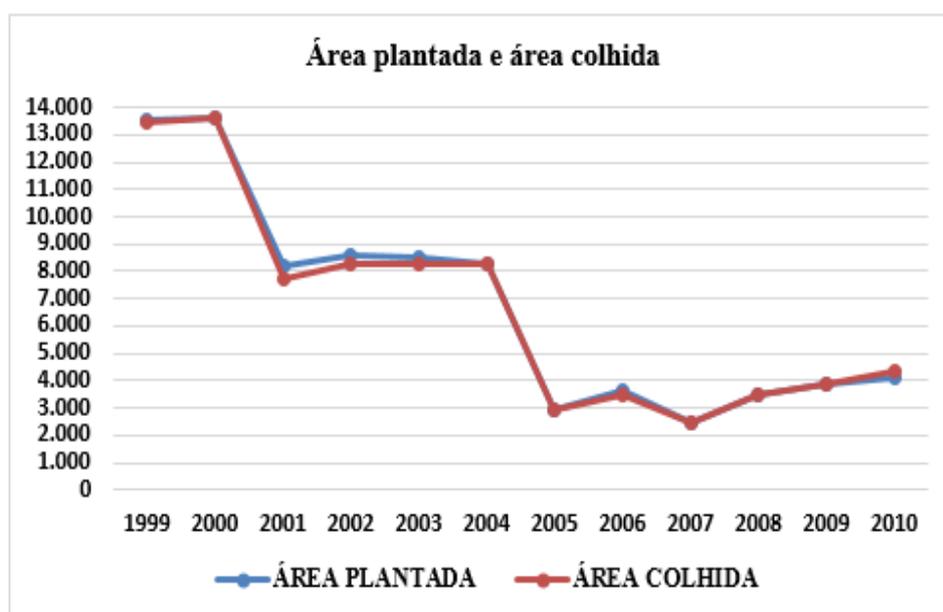


Figura 7: Numero de hectares de área plantada e de área colhida entre os anos de 1999 a 2010.

Fonte: IPEA, 2012.

### *Taxa de crescimento populacional*

A “*Taxa de crescimento populacional*” é considerada um indicador de pressão e representa indiretamente a velocidade em que se encontra o aumento da demanda sobre os recursos hídricos como um todo (superficiais e subterrâneos), não só para o consumo humano, mas para a cadeia produtiva do município.

O Aumento da quantidade dos elementos que demandam água afeta diretamente os estoques do recurso água dentro do sistema hídrico, a interação entre esses elementos (homem e ambiente aquático) é sensível a fatores relacionados a crescimentos populacionais.

O município de Coari, em 1980, era ocupado por 14.787 habitantes, mas a partir das primeiras atividades relacionadas à extração de petróleo e gás, sua população residente aumentou consideravelmente, atingindo, em 1999, 63.813 habitantes e em 2007, 90.605 habitantes, o que significa um crescimento superior a 500% em apenas 27 anos. Os dados levam ao entendimento de que o incremento populacional durante esse período esteve diretamente relacionado à intensificação das atividades da Petrobrás com a construção do gasoduto Urucu-Coari-Manaus.

Com crescimento populacional acelerado, o município de Coari apresenta muitos problemas, dentre eles a ocupação desordenada e o surgimento favelas sem

abastecimento de água de qualidade e esgotamento sanitário. Além do mais, esse crescimento é fonte de preocupação também com o aumento da demanda de recursos hídricos, aonde esse incremento vem agregado não só ao consumo humano, mas a toda cadeia produtiva municipal, sendo esse indicador de pressão considerado **ruim para o sistema**.

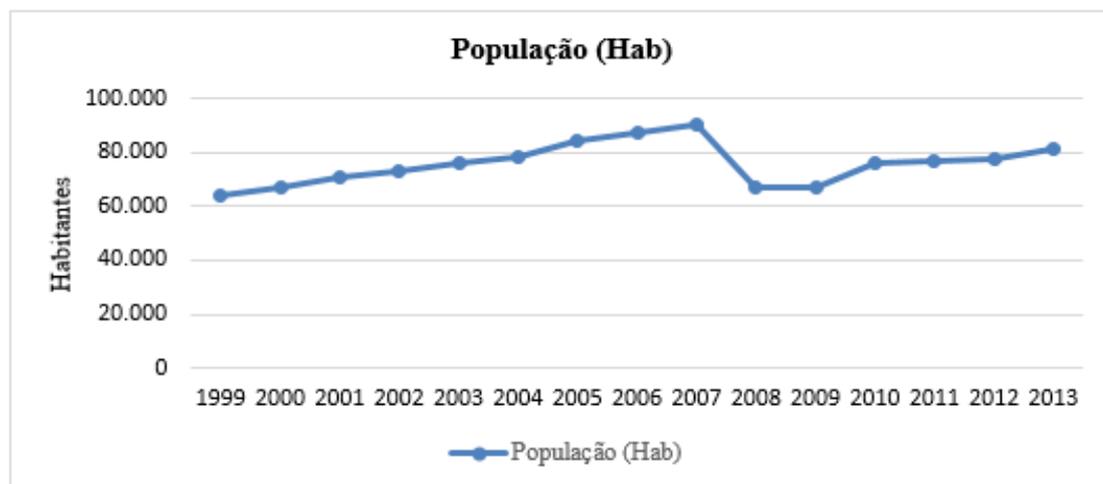


Figura 8: População de Coari/AM entre os anos de 1999 a 2013.

Fonte: DATASUS,2013.

### *Taxa de urbanização*

A urbanização de cidades pode trazer consigo vários problemas por conta da falta de planejamento, por exemplo, a favelização. Com o surgimento desses aglomerados populacionais, geralmente vem à baixa qualidade de vida dos moradores. Com a falta de estrutura para abrigar esse incremento de população nos centros urbanos, onde a demanda por recursos hídricos aumenta, considerando principalmente o uso para abastecimento doméstico, a “*Taxa de urbanização*” se torna um importante indicador de pressão que pode exprimir a aceleração dos processos de degradação relacionados à população urbana e rural.

Segundo dados do IBGE, 2012 a população urbana de Coari cresce numa taxa maior que a população rural, onde no ano de 2010 os registros são, respectivamente, 26.314 (rural) e 49.651(urbana) de habitantes (Figura 9). Uma problemática que surgiu, é quanto à geração de esgoto, pois com a urbanização pode haver aumento da população urbana, uma vez que não houve expansão espacial da zona urbana, logo a geração de esgotos aumenta e também se torna mais concentrada.

A coleta e tratamento de esgoto em Coari são deficientes e com o aumento da taxa de urbanização de 54,50% em 1991, 58,88% em 2000 e 65,36% em 2010, podemos concluir que há indícios de que a hidrografia do município possa vim esta sofrendo acréscimo acelerado de cargas poluidoras provenientes das redes de drenagem e também que os lençóis subterrâneos podem vim esta recebendo acréscimos de forma acelerada das unidades domiciliares sem tratamento de esgoto, portanto a pressão

exercida pela urbanização é considerada **ruim para o sistema**.

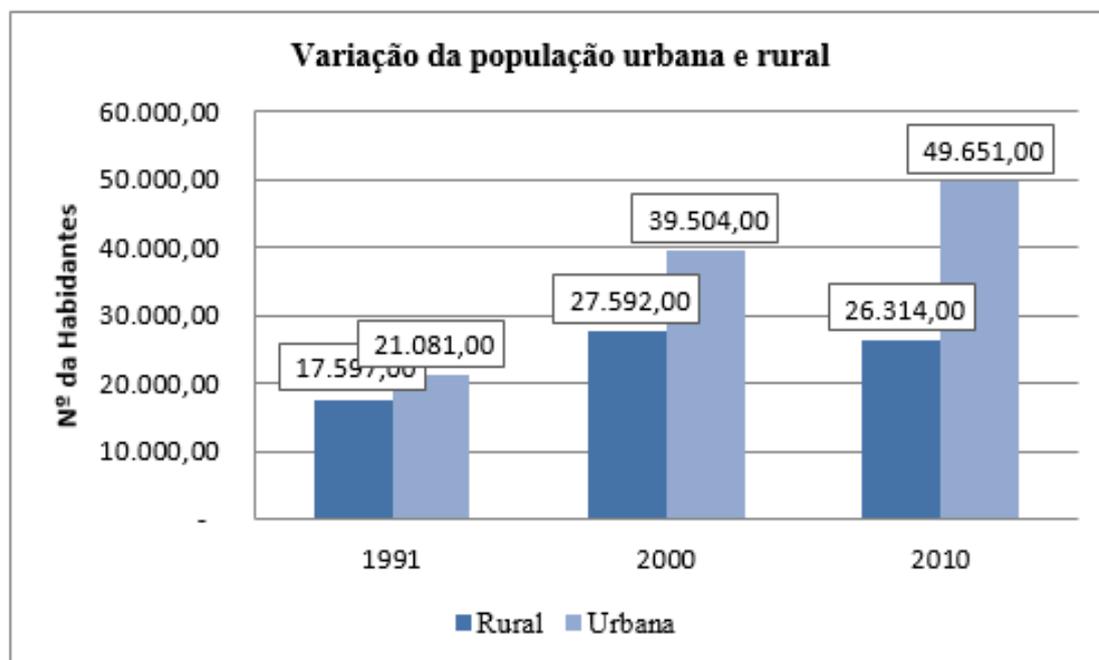


Figura 9: Variação da população urbana e rural de Coari/AM.

Fonte: IBGE, 2010.

### *Proporção de esgoto tratado*

A qualidade dos corpos d'água que sofrem ações antrópicas depende diretamente do tratamento dos esgotos. É importante ressaltar também que um núcleo urbano com tratamento, principalmente dos dejetos humanos, tem menores chances de sofrer com doenças relacionadas à água, seja ela subterrânea ou superficial, já que diminuem os riscos de poluição e contaminação através desses efluentes. Em termos de sistemas, é necessário um controle das ações de um elemento (ser humano) buscando um equilíbrio do sistema através da manutenção da qualidade do outro (ambiente aquático).

Por Coari apresentar rede de esgotamento sanitário deficiente, é necessário conhecer o destino dos esgotos no município, logo a “Proporção de esgoto tratado” se torna um importante **indicador de resposta**. O tratamento dos esgotos no município é feito apenas para os dejetos, as água servidas são encaminhadas à rede de drenagem urbana e essa encaminha ao corpo hídrico receptor. As unidades de tratamento são individuais, ou seja, cada residência tem uma unidade de tratamento (fossas).

Segundos dados do DATASUS (2013), apenas 24,51% da população utiliza como tratamento de esgoto a fossa séptica (Figura 10). Um dado importante que pode ser considerado um indicio **ruim** do uso da água e que pode vim ser agravado com o crescimento demográfico.

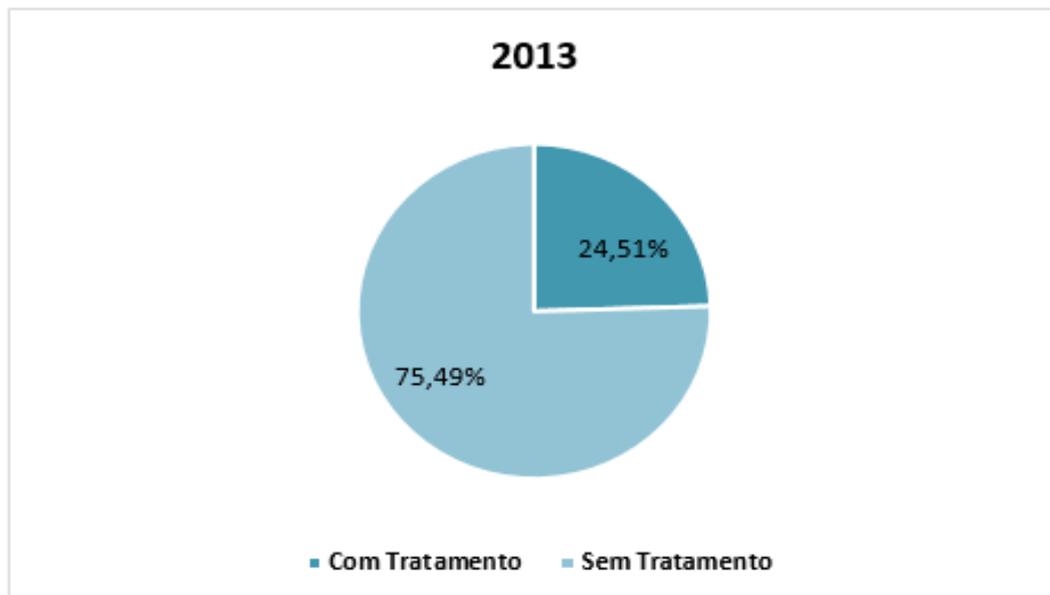


Figura 10: Esgoto tratado em Coari.

Fonte DATASUS,2013.

### *Políticas de combate ao desperdício de água potável*

O Sistema de Abastecimento de Água em Coari é de forma mista, ou seja, utilizam os mananciais subterrâneos e o manancial superficial. Segundo Rodrigues, 2013, o município não possui sistema de medição por macromedição e nem macromedidores. A cobrança pela água é feita através de taxas o que favorece para o uso indiscriminado do recurso. Com a falta de hidrômetros, o sistema torna-se deficiente acarretando problemas para todos os usuários, ocasionado racionamento no sistema de abastecimento que é antigo, ou seja, falta ampliação no sistema de captação, rede, tratamento e distribuição. É necessário a criação de políticas de combate ao desperdício de água potável para evitar, ou ao menos minimizar esse quadro negativo, políticas que se tornarão um importante **indicador de resposta**. Porém, em Coari, verificando o plano diretor do município, nada consta quanto a criação de políticas de combate ao desperdício, portanto esse cenário se caracteriza como um **indício ruim** para a problemática dos recursos hídricos.

### *Degradação da mata ciliar*

A mata ciliar é a faixa de vegetação ao longo das margens de um corpo d'água. É um elemento de grande importância para o sistema hídrico, pois tem o papel de proteger o corpo d'água do processo de assoreamento, pois sem a mata ciliar pode haver modificações das condições naturais dos rios, influenciando em todas as reações bioquímicas nos mesmos entre os elementos bióticos. As espécies nativas daquele ambiente podem acabar desaparecendo pela mudança no seu habitat natural, o que pode quebrar completamente a cadeia alimentar do ecossistema, ou seja, algumas

interações entre elementos do sistema podem desaparecer. “Taxa de degradação da mata ciliar” é um indicador de pressão que permite visualizar as condições de degradação natural dos corpos d’água (REGO *et al*, 2009).

Oliveira, 2102, elaborou um Sistema de Informações Geográficas (SIG) sobre a bacia hidrográfica do Espírito Santo que teve como princípio básico a formatação de dados que permitiu correlacionar os aspectos socioeconômicos e ambientais, sobre a área delimitada pela rede de drenagem da bacia. Neste sentido, a bacia hidrográfica foi avaliada como unidade física que possibilitou a visualização integrada tanto de aspectos físicos como de aspectos humanos.

Oliveira, 2012, identificou as áreas que foram atingidas pelo desmatamento, sobrepostas às áreas que foram ocupadas no período correspondente. A partir desta análise, foi observado que estes locais compreendem uma faixa de crescimento não planejado, concentrada nos locais próximos aos rios e canais que drenam as bacias situadas no setor Norte da cidade, esta faixa segue em direção ao sítio urbano de Coari, tendo como limites, a Leste com a ocupação irregular do Ciganópolis, dois Conjuntos Residenciais e várias áreas de loteamento e ao Sul com terrenos particulares para onde tem crescido as áreas de lazer e para produção agrícola. Somando esses dois limites de crescimento em relação ao sítio urbano da cidade, apresenta uma extensão de desmatamento de aproximadamente 42.237,76m<sup>2</sup>. Destaca-se também, que esta ocupação parte dos vales ou zonas mais baixas (representadas pelas classes de declividade 0° até 9° (0-6%) para as áreas mais elevadas que se direcionam para as encostas e topo representados por faixas de declive 18° até 27° (12-20%)) na cidade de Coari. A análise temporal definiu que entre 1985 a 1995 esta faixa de ocupação correspondia a 30%, em 2005 era de 62% e em 2010 foi de 84%. Isto representou um aumento gradativo de 54% de ocupação nas margens da bacia. Esta faixa define graus de antropização que se estabelecem dentro das áreas de APPs da bacia e podem comprometer a qualidade ambiental do recurso hídrico.

A retirada da vegetação e a ocupação das áreas anteriormente vegetadas vêm degradando cada vez mais os recursos naturais e, conseqüentemente, causando impactos nos canais de drenagem da bacia. Essas ocupações irregulares têm acarretado em prejuízos diretos aos residentes dessas áreas.

Com referência às faixas de desmatamentos, Andreoli e Carneiro (2005) mencionam que a cobertura vegetal é capaz de enriquecer o solo pela deposição de matéria orgânica, amortecer o impacto das águas pluviais reduzindo os possíveis processos erosivos, assim como, regular o escoamento superficial. No entanto, a retirada da cobertura vegetal do solo, propicia a construção de processos erosivos como ravinas e voçorocas e, conseqüentemente, o assoreamento dos canais de drenagem.

Portanto a “Taxa de degradação da mata ciliar” é um indicador de pressão que permite visualizar as condições de degradação natural dos corpos d’água. Portanto, os dados encontrados por Oliveira, 2012 e com a visualização do mapa podemos

considerar que os resultados para este indicador podem ser considerados **ruins para o sistema**.

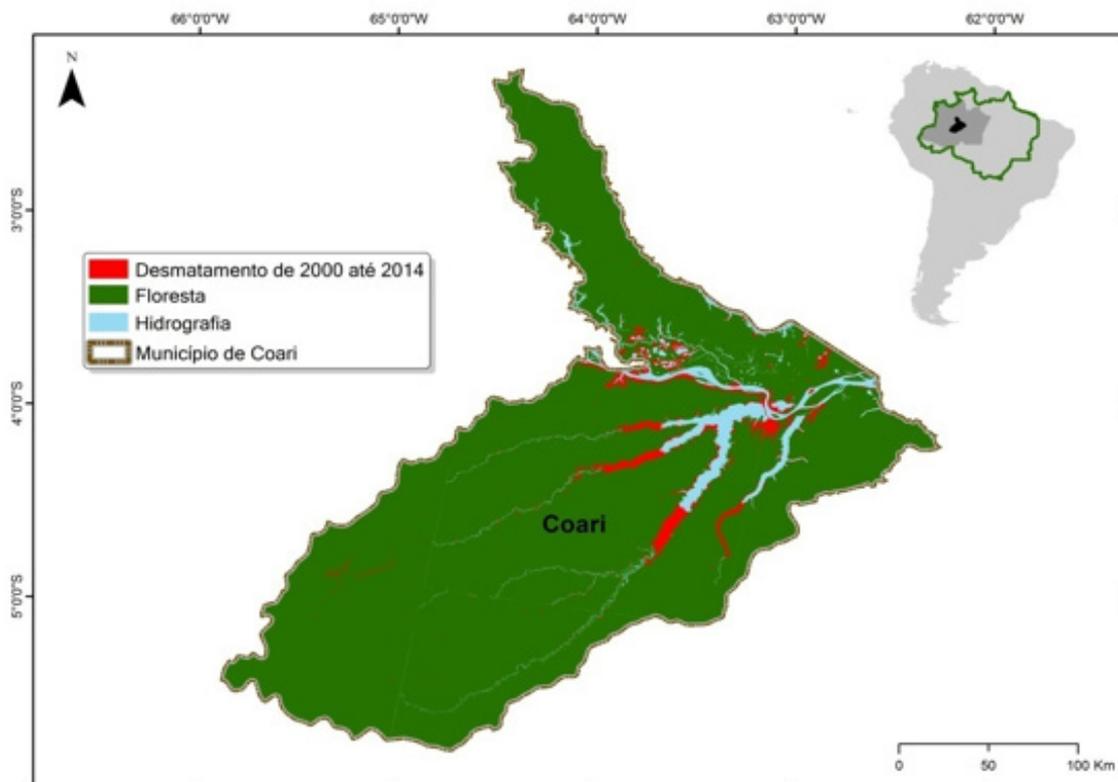


Figura 11: Mapa diagnóstico de desmatamento entre 2000 a 2014 no município de Coari.

Fonte: Autores, 2019.

## 5 | RADAR DE SUSTENTABILIDADE DO USO DA ÁGUA: COARI/AM

Para facilitar a tomada de decisão do gestor de recursos hídricos a partir do uso de indicadores, foi pensada uma forma de se ter uma visão geral dos resultados encontrados na pesquisa. Para tal, foi feita a agregação dos indicadores segundo metodologia utilizada por Rego *et al* (2009), onde a avaliação foi feita em torno das pressões, do estado e das respostas identificadas no sistema hídrico do município de Coari/AM, os indicadores foram agrupados da seguinte forma e receberam os seguintes conceitos e suas respectivas notas (Tabela 5) e posteriormente foi realizado a média aritmética dos indicadores, no qual foram inseridos no gráfico de radar (Figura 12), possibilitando facilmente identificar as relações de importância de cada um deles dentro da avaliação de sustentabilidade do uso da água em Coari, podendo inferir se o uso da água no município caminha para a sustentabilidade.

INDICADOR		NOTA	MÉDIA
<b>Pressão</b>			
Taxa de Crescimento Populacional	Ruim	4	3,8
Taxa de Urbanização	Ruim	4	
Percentual da População sem esgotamento sanitário adequado	Ruim	4	
Taxa de Crescimento da Produção Agropecuária	Regular	3	
Degradação da mata ciliar	Ruim	4	
<b>Estado</b>			
Índice de Desenvolvimento Urbano Municipal – IDH-M	Regular	3	3,3
Indicador de qualidade das águas	Ruim	2	
Produto Interno Bruto per capita	Muito Bom	5	
<b>Resposta</b>			
Política de combate ao desperdício de água potável	Ruim	2	2,3
Proporção de esgoto tratado	Ruim	2	
Percentual da população com acesso a água potável	Regular	3	

Tabela 5: Avaliação dos indicadores PER para o sistema hídrico.

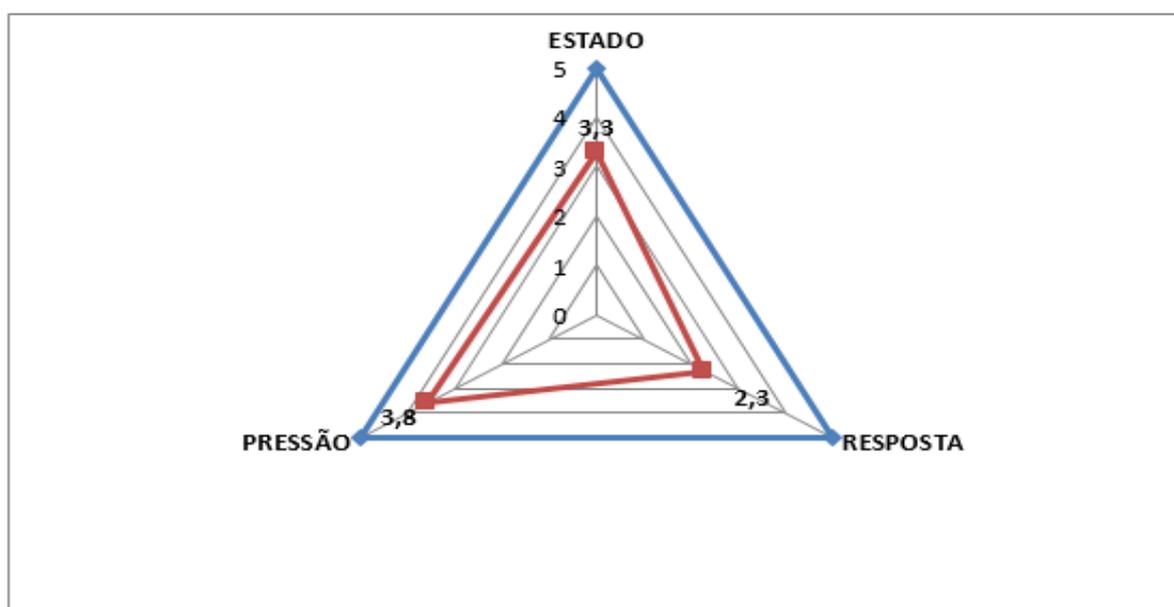


Figura 12: Sustentabilidade do uso da água em Coari/AM.

Fonte: Autores, 2019.

Observando a Figura 12 é possível visualizar que o estado atual do sistema hídrico em Coari (considerando as condições de qualidade do sistema para seus elementos – ser humano e demais seres vivos – baseada na qualidade da água, condições sociais e econômicas locais) pode ser considerado de uma forma geral **regular**. Porém, as pressões exercidas pelo ser humano no sistema através dos processos que demandam água são superiores às respostas dadas por esse elemento representado pelo poder público e pela sociedade, para minimizar os impactos na área. Portanto, considerando a situação atual do sistema, chega-se à conclusão que o uso da água no município de Coari caminha para a insustentabilidade.

Considerando o possível agravamento dos principais fatores que exercem pressão no sistema, a tendência é a caracterização de um sistema hídrico fragilizado, uma vez que os elementos que dão subsídio à utilização do recurso hídrico, como o lago de Coari, demonstrou que a qualidade de suas águas tem sido afetada devido ao crescimento desordenado do número de habitantes no município e conseqüentemente agravado pela falta de esgotamento sanitário.

## 6 | CONCLUSÕES

Coari possui um bom crescimento econômico, possuindo o 2º maior PIB amazonense e cresce a cada ano. Porém, as mudanças econômicas sofridas pelo município vêm trazendo degradação ao meio ambiente e poucas melhorias nos aspectos sociais. Mesmo com um alto valor PIB per capita de R\$ 33.536,00 por habitante, parte da população não possui água tratada e nem esgotamento sanitário adequado.

O Sistema de Abastecimento de Água em Coari é de forma mista, ou seja, utilizam os mananciais subterrâneos e o manancial superficial. O município não possui sistema de medição por macromedição e nem macromedidores. A cobrança pela água é feita através de taxas o que favorece para o uso indiscriminado de água, trazendo conseqüências principalmente socioeconômicas.

Não há um programa de monitoramento da qualidade das águas dos rios e lagos de Coari, por parte do poder público, sendo evidente a falta de informações sobre a qualidade da água dos mesmos.

É necessário criar alternativas para que todo o capital gerado com as atividades econômicas no município seja transformado em melhorias sociais para a comunidade local, melhorando a distribuição de renda, buscando a equidade social e tornando o cenário mais sustentável.

## REFERÊNCIAS

BEAVER, Earl. BELLOF, Beth. Sustainability Indicators and Metrics of Industrial Performance. Disponível em <http://www.onepetro.org/mslib/servlet/onepetroprview?id=00060982&soc=SPE>.

BELLEN, Hans Michael van. Indicadores de sustentabilidade: uma análise comparativa. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV. 2006. 256 p.

DELAI, I.; TAKAHASHI, S.. Uma proposta de modelo de referência para mensuração da sustentabilidade corporativa. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, v.2, p.19- 40, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa Estatística e População censo 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - DATASUS | Situação de Saneamento oriundos do Sistema de Informação da Atenção Básica - SIAB. <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/deftohtm.exe?siab/cnv/SIABCbr.def>

OLIVEIRA, Ercivan Gomes de. Caracterização dos Impactos Ambientais na bacia hidrográfica do Espírito Santo/Coari (Am) no período de 1990 a 2010. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) Área de concentração: Amazônia, Território e Ambiente. Manaus, AM : UFAM, 2012.

PLANSAM Plano Municipal de Saneamento Básico. Versão para aprovação. Novembro de 2012. Coari – Am.

PRAIA, R S.;SANTOS, F. M. C.;PINTO, A. G. N.;SILVA, M. E .T.; Caracterização Física e Química preliminar da água do Lago de Coari/Am. Anais do I Seminário Internacional de Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, 2009.

REGO, A. G.; FERNANDES, L. L.; BLANCO, C. J. C.; BARP. R. B. B; Evaluation of sustainability in the use of water within the Amazon deforestation area: a case study in Rondon do Pará, Pará State, Brazil. Acta Scientiarum. Technology. Maringá, v. 35, n. 2, p. 237-245, Apr.-June, 2013.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Abastecimento de água 10, 11, 12, 18, 20, 28, 29, 33, 35, 39

Agências reguladoras 10, 14, 15, 16, 18

Água tratada 12, 39, 87, 88, 89, 90, 92, 97, 98

Amazônia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 31, 40, 59, 61, 65, 98, 101, 103, 114, 115, 116, 119

Análise filosófica 1

Avaliação 15, 16, 20, 21, 24, 28, 31, 37, 38, 50, 51, 52, 53, 55, 57, 78, 79, 81, 90, 99, 115, 126, 128

### C

Clima 6, 59, 115, 116, 122, 127

Coleta 15, 21, 24, 33, 43, 44, 46, 84, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 101, 102, 105, 107, 108, 114, 116

CONAMA 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 107, 111

Crise ambiental 1, 5, 20

### D

Degradação 3, 20, 23, 30, 31, 33, 35, 36, 38, 39, 64, 114, 119

Desastres 66, 67, 68, 73, 75, 82, 83, 84, 86, 119

### G

Gestão 12, 20, 21, 39, 65, 68, 70, 73, 84, 86, 89, 99, 101, 103, 104, 107, 111, 122, 128, 129

### I

Impactos de eventos climatológicos intensos 67

Instabilidade global 1

### M

Manejo 64, 114, 115, 116

Matéria orgânica 30, 36, 106, 114, 115, 116, 117, 118, 119

Modelo PER 20

### P

Protuberâncias 49

### Q

Qualidade da água 23, 31, 38, 39, 41, 42, 47, 90

### R

Rede de Supermercados 101, 103, 104

Redução do Risco de Desastres 66, 67, 68, 73, 82

Regulação 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 122, 126

Resíduos Sólidos 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 110, 111, 128

Resiliência 66, 67, 79, 81, 82, 83, 84, 85

Reuso 87, 88, 90, 91, 98, 99, 100

Rugosímetro 49, 54, 55

## S

Saneamento básico 10, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 28, 39, 40

Sensoriamento remoto 59, 60, 65

Solo 6, 36, 47, 67, 75, 103, 107, 111, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 122

Superfícies 49, 50, 51, 54, 55

Sustentabilidade 1, 5, 7, 8, 9, 20, 21, 23, 29, 37, 38, 39, 40, 87, 89, 91, 99, 105, 111, 114, 115, 121, 122, 129

## T

Tratamento 20, 28, 33, 34, 35, 46, 65, 91, 117

## U

Unidades 33, 34, 95, 101, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 126

Usina Hidrelétrica 41, 46, 47

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**