

**ELIANA CRISTINA MORAES DOS SANTOS**

**O nexo água-alimento-energia aplicado à rede de influência entre as cidades:  
análise centrada no município de Cunha, São Paulo**

**Eliana Cristina Moraes dos Santos**

**O nexu água-alimento-energia aplicado à rede de influência entre as cidades:  
análise centrada no município de Cunha, São Paulo**

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia  
do Campus de Guaratinguetá, Universidade  
Estadual Paulista, para a obtenção do título  
de Doutora em Engenharia Mecânica na área  
de Energia.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Perrella Balestieri

Coorientador: Prof. Dr. Rubens Alves Dias

Guaratinguetá  
2020

M827n Moraes-Santos, Eliana Cristina  
O nexu água-alimento-energia aplicado à rede de influência entre as cidades: análise centrada no município de Cunha, São Paulo / Eliana Cristina Moraes dos Santos – Guaratinguetá, 2020  
208 f. : il.  
Bibliografia: f. 192-206

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2020.  
Orientador: Prof. Dr. José Antonio Perrella Balestieri  
Coorientador: Prof. Dr. Rubens Alves Dias

1. Desenvolvimento sustentável 2. Segurança alimentar 3. Alimentos  
4. Recursos hídricos - desenvolvimento I.Título

CDU 504 (043)

Ana Cristina Figueiredo Loureiro  
Bibliotecária CRB 8/7094

ELIANA CRISTINA MORAES DOS SANTOS

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
“DOUTOR EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO: DOUTORADO

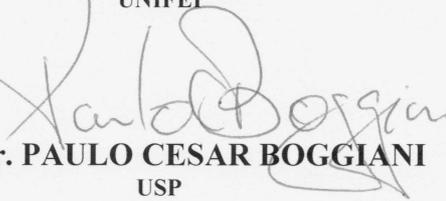
APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

  
Prof.ª Dr.ª Ivonete Avila  
Coordenadora

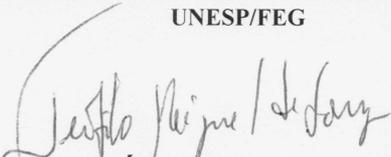
**BANCA EXAMINADORA:**

  
Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO PERRELLA BALESTIERI  
Orientador / UNESP/FEG

  
Prof. Dr. CARLOS BARREIRA MARTINEZ  
UNIFEL

  
Prof. Dr. PAULO CESAR BOGGIANI  
USP

  
Prof. Dr. PAULO VALLADARES SOARES  
UNESP/FEG

  
Prof. Dr. TEÓFILO MIGUEL DE SOUZA  
UNESP/FEG

Fevereiro de 2020

Dedico esta Tese de modo especial aos meus pais, os quais sempre me mostraram o caminho do respeito ao próximo, da ética e da importância de viver de forma genuína (minha mãe amada, *in memoriam*). Aos meus Mestres *Ono Shiran e Arai Shiran* meu afeto e reverência por todos os ensinamentos que me oferecem através do AIKIDO.

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço a Deus pelo maravilhoso dom da Vida!

A minha família, tanto a sanguínea quanto a de espírito e laços de amor, pelo caminhar juntos, independente dos tropeços, agradeço todo apoio e carinho. Aos meus filhos amados Bituca, Amy, Camille e Rodin pela companhia constante e por toda alegria proporcionada. E aos meus também filhos Helena Moraes e Cesinha.

A síntese de concepções e de ideias apresentada nesta Tese me possibilitou, durante esse tempo, a fortuna de poder conviver com diversos pesquisadores e cientistas de alto gabarito e de requintada elegância. Sou especialmente grata:

Ao meu orientador, Professor Dr. José Antônio Perrella Balestieri, por sua valorosa orientação, dedicação e competência em repassar os conhecimentos adquiridos, conselheiro indispensável em minha trajetória acadêmica.

Ao meu coorientador, Professor Dr. Rubens Alves Dias, pela presença e estímulos constantes, pela amizade e agradáveis conversas.

Aos Professores Doutores Paulo Boggiani, Teófilo Miguel de Souza, Paulo Valladares e Carlos Martinez, pela participação na banca examinadora. A todos, meus sinceros agradecimentos pelas valiosas contribuições para a melhoria da Tese.

Ao Professor Dr. Jefferson Mariano do IBGE-SP, pela importante colaboração na oferta de minha participação no curso interno do IBGE para a busca de dados e, ainda, por sua constante colaboração nessas buscas.

Aos participantes do grupo de estudo do programa “R”, em nome da Beatriz Milz.

Aos agricultores de Cunha e, em especial às instituições SerrAcima, em nome da Marina e Alketa e BioCunha, em nome da Cíntia e Claudio, pelas informações repassadas, as quais foram importantes ferramentas e base para esta Tese no item produção de alimento orgânico no município de Cunha.

Aos produtores de arroz do município de Guaratinguetá.

Aos funcionários da Secretaria Municipal de Abastecimento e Pesca de Ubatuba, em nome da Marcia e do Sr. Toninho.

Ao Ivan *Sensei* e, a todos os queridos amigos da Associação Pesquisa de AIKIDO (APA), por treinarmos juntos todos os movimentos que nos ensinam a evoluir dentro e fora do Dojo.

Aos meus alunos de AIKIDO do Instituto Lucas Amoroso (ILA), pelas constantes aulas que me oferecem e também a todos os amigos do ILA.

Ao Sr. Geraldinho e Dona Maria, por todos ensinamentos e amor a mim oferecidos e também às queridas Dagmar e Cristina.

Aos queridos Beatriz e Sr. Dimitri pelo sério e constante trabalho que conduzem e também ao Dejanil, um leitor incansável.

Ao amigo de toda hora Angel e, ainda, por seu interesse nas informações desta Tese e por todas as discussões sobre os dados.

A todas as cuidadosas cuidadoras que já atuaram ou atuam no auxílio ao meu pai.

Aos meus amigos pelo carinho constante e por compreenderem minha ausência em vários momentos e, em especial: Amauri, Binho, Carla, Caoru e Helô, Ditinha e Ditinho, Eliane e Mayr, Eneida, Ernesto, Ezequiel, Fabiola, Fatima, Helinho, Isabel, Ivo e Candinha, Jack, Joanne, Luci e Guille, Mila e Rafa, Miriam Mirna, Mirna e Mari, Nany, Nerinha, Ronaldo e Lucia, Samuel, Simone, Suely e Uwe. Também para aqueles amigos que os nomes não estão aqui descritos!

À Elaine por seu precioso auxílio na formatação final do documento.

À querida Preta (*in memoriam*).

Ao amigo de sala Santiago, pelas trocas de informações e amizade.

Ao pessoal da cantina, da limpeza, do café, do xerox, ao Formiga e a todos os trabalhadores do campus da UNESP - FEG.

Aos funcionários da Biblioteca pela amizade, simpatia, atenção e auxílio, em especial à Ana Cristina, Juciene, Paloma e Edson.

Aos funcionários da secretaria de pós-graduação, em especial à Cristina e ao Rodrigo, pela simpatia e auxílio.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

“Há 70 mil anos, o *Homo sapiens* AINDA ERA UM ANIMAL INSIGNIFICANTE cuidando da sua própria vida em algum canto da África. Nos milênios seguintes, ele se transformou no senhor de todo o planeta e no terror do ecossistema”.

Yuval Noah Harari

“Sou uma pessoa curiosa do abismo. Embora tenha a consciência de que o abismo é tão profundo que eu apenas passo nas bordas”.

Nise da Silveira

“Só o tolo acredita que as causas da miséria física estão no plano físico. As causas da miséria física sempre estiveram, estão e estarão nos planos psicológico, espiritual e moral do homem”.

Caibalion

Aprender mais sobre tudo que nos cerca é aprender mais sobre nós mesmos!

## RESUMO

A abordagem do nexo água-alimento-energia (AAE) leva em consideração a interdependência do uso desses recursos, essenciais para o bem-estar humano, e possibilita analisar os indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nesta inter-relação é necessária uma abordagem sistêmica para compreender como a interação de cada componente funciona e se estrutura. Na presente tese foi analisado o nexo AAE e a rede de influências entre as cidades, no atendimento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, tendo o município de Cunha, no Estado de São Paulo, em posição central entre os demais municípios estudados. A vertente analisada encontra-se na transição entre o extenso Vale do Paraíba, situado entre duas metrópoles (São Paulo e Rio de Janeiro) e a baixada litorânea (Paraty e Ubatuba), tendo o município de Cunha em posição intermediária. A região estudada é drenada pelos rios Paraíba, Paraitinga e seus afluentes que constituem fonte significativa de abastecimento de grandes cidades do sudeste brasileiro e oferece suas águas para irrigação, abastecimento, indústria e produção de energia hidroelétrica. Para análise do nexo AAE, os parâmetros da produção de alimento e o consumo de água e energia foram avaliados estatisticamente, com uso do coeficiente de correlação de Pearson (cP). A análise considerou a produção agrícola e a relação com o consumo de água e energia, assim como a produção pesqueira frente aos referidos parâmetros, em escala de municípios. Dentre as análises do nexo efetuadas, destacam-se os resultados relacionados à produção de alimento orgânico no município de Cunha, os quais apontam índice cP moderado de 0,6626 entre a produção de alimento e o consumo de energia, o que demonstra ser uma prática com efetivo baixo consumo de energia. Quanto à produção de arroz no município de Guaratinguetá, os índices cP são de forte significância, sendo 0,8934 no uso da água e 0,7912 no consumo de energia, demonstrando forte interdependência e elevado consumo dos dois parâmetros (água e energia) na produção desse alimento. Face ao identificado na presente tese, entre as produções de alimento na região, a produção de arroz é considerada uma grande ameaça ao pretendido equilíbrio ambiental, considerado o uso de grandes extensões de áreas de várzea para produção de um alimento que é exportado para fora do sistema de produção, indicando a necessidade de novas tecnologias e formas de produção. Para a correlação entre produção de pescado e consumo da água, o índice cP apresentado foi de forte significância (0,94), principalmente para produção de gelo. Quando relacionado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, os resultados apontam a necessidade de políticas públicas adequadas para alcançar as metas nessas localidades, destacando o Objetivo 2, para o qual apontam elevados índices de crianças extremamente pobres para todos os municípios e a não existência de adutora de água tratada em 60 % dessas

localidades. Através da presente tese, demonstra-se a viabilidade do uso da análise do nexo AAE na avaliação do atendimento aos ODS e no levantamento de parâmetros objetivos para estabelecimento de políticas públicas para a região, face à sua importância hídrica na geração de energia, irrigação e abastecimento do sudeste do Brasil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nexos água-alimento-energia. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Segurança alimentar. Abordagem sistêmica.

## ABSTRACT

The water-food-energy (WFE) approach takes into account the interdependence of the use of these resources, which are essential for human well-being, and makes it possible to analyze the indicators of the Sustainable Development Goals (SDG). In this interrelation, a systemic approach is required to understand how the interaction of each component works and is structured. In this thesis, the AAE nexus and the network of influences between cities were analyzed, in compliance with the Sustainable Development Goals, with the municipality of Cunha, in the State of São Paulo, in a central position among the other municipalities studied. The analyzed slope is found in the transition between the extensive Vale do Paraíba, located between two metropolises (São Paulo and Rio de Janeiro) and the coastal lowland (Paraty and Ubatuba), with the municipality of Cunha in an intermediate position. The studied region is drained by the Paraíba, Paraitinga Rivers and their tributaries, which constitute a significant source of supply for large cities in southeastern Brazil and offers their waters for irrigation, supply, industry, and hydroelectric power. For analysis of the WFE nexus, the parameters of food production and the consumption of water and energy were evaluated, statistically with use of Pearson's correlation coefficient (cP). The analysis considered agricultural production and the relationship with water and energy consumption, as well as fishery production against these parameters, in a municipal scale. Among the analysis of the nexus performed, a highlight the results related to the production of organic food in Cunha municipality, which indicate a moderate cP index of 0.6626 between food production and energy consumption, which proves to be a practice with effective low power consumption. Regarding rice production in Guaratinguetá municipality, the cP indices are of significant significance, being 0.8934 in water use and 0.7912 in energy consumption, demonstrating strong interdependence and high consumption of both parameters (water and energy) in the production of this food. Considering the identified in the present thesis, among the food production in the region, rice production is considered a major threat to the intended environmental balance, considering the use of large areas of floodplain areas to produce a food that is exported outside the region production system, indicating the need for new technologies and forms of production. For the correlation between fish production and water consumption, the cP index presented was of significant significance (0.94) mainly for ice production. When related to the Sustainable Development Goals, the results point to the need for adequate public policies to achieve the goals in these locations, highlighting Goal 2, which points to high rates of extremely poor children for all municipalities and no treated water supply in 60% of these locations. Through this thesis, it is possible to show the feasibility of using the WFE

nexus analysis to assess SDG compliance and in the survey of objective parameters for establishing public policies for the region, given its water importance in power generation, irrigation and supply of southeastern Brazil.

**KEYWORDS:** Water-food-energy nexus. Sustainable Development Goals. Food security. Systemic approach.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Esquema da estruturação do Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Serra do Mar e a região litorânea .....	29
Figura 2 - Imagem da escarpa a sudeste de Cunha, acesso a Paraty, Caminho do Ouro e, no vale ao lado, a Estrada Cunha - Paraty .....	30
Figura 3 - Localização do município de Cunha e os municípios confrontantes - inseridos no Estado de São Paulo, Brasil e América Latina .....	31
Figura 4 - Matriz de interconexão e impacto dos recursos água-alimento-energia.....	40
Figura 5 - A cidade e o metabolismo linear.....	44
Figura 6 - A cidade e o metabolismo circular .....	45
Figura 7 - A população brasileira e o abastecimento de água - em proporção.....	47
Figura 8 - Captação e consumo de água no setor energético mundial por tipo de geração de energia e combustível para o cenário futuro e novas políticas .....	50
Figura 9 - Capacidade de geração elétrica instalada no Brasil e a fonte hídrica (MW) .....	54
Figura 10 - Mapa de localização da Usina Hidrelétrica de Paraibuna.....	55
Figura 11 - Tomada de água da represa de Paraibuna.....	55
Figura 12 - Mapa de localização da Usina do Funil .....	56
Figura 13 - Assoreamento de parte da represa da Usina do Funil - São José do Barreiro .....	57
Figura 14 - Cereais no Brasil, área colhida, rendimento e produção (1961 a 2017).....	61
Figura 15 - Participação dos Estados Brasileiros na produção de arroz.....	62
Figura 16 - Produção de arroz no Brasil comparada à projeção da população brasileira.....	63
Figura 17 - Consumo de pescado <i>per capita</i> no mundo (kg/habitante).....	68
Figura 18 - Consumo médio de proteína no Brasil (g/dia) por habitante .....	70
Figura 19 - Consumo de energia elétrica no Brasil, América Latina e parte da África (kWh <i>per capita</i> ) .....	72
Figura 20 - Dados da população, consumo na rede, consumo <i>per capita</i> , consumidores, consumidores residenciais, consumo médio e consumo residencial médio nas regiões geográficas brasileiras.....	73
Figura 21 - Número de consumidores de energia elétrica atendidos pela rede nas regiões geográficas brasileiras .....	74
Figura 22 - Porcentagem da população urbana e rural no mundo .....	79
Figura 23 - Projeção da população no Brasil (2010 - 2030).....	80
Figura 24 - População urbana e rural no Brasil (1960 - 2010).....	81

Figura 25 - Indicadores de bem-estar .....	86
Figura 26 - Esquema de interação dos diferentes elementos do nexu AAE.....	88
Figura 27 - Abordagem para o nexu água-alimento-energia e os objetivos sociais, econômicos e ambientais.....	89
Figura 28 - Abordagem <i>Top-Down</i> e <i>Bottom-Up</i> para produção e consumo dos recursos naturais nos municípios.....	98
Figura 29 - População total nos municípios .....	103
Figura 30 - População rural e urbana nos municípios .....	104
Figura 31 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM).....	106
Figura 32 - Índice de Produto Interno Bruto <i>per capita</i> (PIB) (R\$).....	107
Figura 33 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água nos municípios (kWh/m <sup>3</sup> ).....	108
Figura 34 - Imagens com informações da antiga "Usina Hidrelétrica do Pimenta" no município de Cunha.....	111
Figura 35 - Máquinas utilizadas na antiga Usina (museu de energia - Cunha).....	111
Figura 36 - Cachoeira do Pimenta - vista de cima.....	112
Figura 37 - Cachoeira do Pimenta - atualmente utilizada como área de recreação.....	112
Figura 38 - População urbana e rural no município de Cunha (1991-2010).....	115
Figura 39 - Vista da topografia do município de Cunha e região .....	116
Figura 40 - Localização geográfica do município de Cunha e os nove municípios vizinhos ..	118
Figura 41 - Identificação dos municípios na representação gráfica por intermédio da análise de componentes principais .....	119
Figura 42 - Volume de água produzido e consumido nos municípios .....	143
Figura 43 - Impacto da variabilidade climática na demanda de água .....	144
Figura 44 - Produção de feijão nos municípios (t) (2008 - 2017) .....	148
Figura 45 - Produção de arroz nos municípios (t) (2008 - 2017) .....	149
Figura 46 - Produção de arroz nos municípios (t) (2008 - 2017), excluídos os municípios de Guaratinguetá e Lorena .....	149
Figura 47 - Produção de milho nos municípios (t) (2010 - 2017).....	150
Figura 48 - Produção de mandioca nos municípios (t) (2008 - 2017).....	151
Figura 49 - Localização das áreas de cultivo orgânicos no município de Cunha.....	153
Figura 50 - Área de cultivo de agricultura orgânica (Cunha).....	155
Figura 51 - Bomba d'água elétrica utilizada para irrigação da lavoura.....	155

Figura 52 - Correlação da utilização da água, da energia elétrica e uso do solo para a produção de alimento em Cunha .....	158
Figura 53 - Correlação entre o uso da terra e o consumo de energia elétrica para produção de alimento orgânico no município de Cunha.....	159
Figura 54 - Correlação entre o uso da terra e o consumo de água para produção de alimento orgânico no município de Cunha.....	160
Figura 55 - Correlação entre o consumo de energia elétrica e o consumo de água para produção de alimento orgânico no município de Cunha .....	161
Figura 56 - Canal de irrigação que conduz a água para o cultivo do arroz .....	164
Figura 57 - Silo secador de arroz no município de Guaratinguetá .....	165
Figura 58 - Área de produção de arroz e silo secador - município de Guaratinguetá .....	166
Figura 59 - Produção de arroz e consumo de água e de energia elétrica para esta produção no município de Guaratinguetá .....	167
Figura 60 - A inter-relação entre os recursos água, alimento e energia para a produção de arroz .....	168
Figura 61- Correlação entre o consumo de água e a produção de arroz.....	169
Figura 62 - Correlação entre consumo de energia elétrica e a produção de arroz.....	169
Figura 63 - Embarcação durante trabalho de retirada de gelo para a conservação do pescado - Ubatuba.....	172
Figura 64 - Caixas de gelo triturado utilizado na conservação do pescado.....	172
Figura 65 - Retirada do gelo triturado para conservação do pescado - Ubatuba.....	173
Figura 66 - Máquina trituradora de gelo - Ubatuba.....	173
Figura 67 - A produção de pescado no município de Paraty (2008 a 2018) (kg/ano).....	175
Figura 68 - Produção de pescado e o respectivo valor no período (2008-2018) em Paraty .....	175
Figura 69 - Imagem de um dos locais onde o pescado é descarregado em Paraty .....	176
Figura 70 - Produção de pescado no município de Ubatuba (2008 a 2018) (kg/ano) .....	178
Figura 71 - Produção de pescado e o respectivo valor no período (2008-2018) para o município de Ubatuba.....	178
Figura 72 - As correlações entre as variáveis de consumo e produção de pescado e, consumo de água e energia elétrica para a produção do pescado no município de Paraty.....	180
Figura 73 - As correlações entre as variáveis consumo e produção de pescado e, consumo de água e energia elétrica para a produção do pescado no município de Ubatuba.....	181
Figura 74 - Pescado procedente dos municípios de Paraty e Ubatuba e comercializado no município de Cunha.....	183

Figura 75 - A transferência de água e energia elétrica empregadas no pescado produzido em Paraty e consumido em Cunha .....	184
Figura 76 - A transferência de água e energia elétrica empregadas no pescado produzido em Ubatuba e consumido em Cunha .....	185
Figura 77 - A inter-relação de alimentos entre os municípios e região .....	186

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Objetivos dos ODM e dos ODS - as relações comparativas .....	33
Quadro 2 - Objetivos, Metas e Indicadores dos ODS .....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Retiradas médias de água por habitante e por faixa populacional. ....	48
Tabela 2 - Síntese dos dados de vazão consumida por regiões geográficas brasileiras e para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro (2018) .....	49
Tabela 3 - Principais usos de água para a geração de energia e os potenciais impactos na qualidade da água.....	52
Tabela 4 - Capacidade instalada de geração elétrica no mundo e por região (GW).....	71
Tabela 5 - População no Estado de São Paulo e consumo <i>per capita</i> (kWh/habitante).....	73
Tabela 6 - Número de consumidores de energia elétrica por setor no estado de São Paulo .....	75
Tabela 7 - Fontes de consumo de energia no setor agropecuário.....	76
Tabela 8 - População no mundo e regiões (2017, 2030, 2050 e 2100) .....	78
Tabela 9 - População no município de Cunha, São Paulo (Total/ Gênero/ % Rural/Urbano) .	113
Tabela 10 - População residente nos municípios (2008-2018) .....	115
Tabela 11 - Os Objetivos, Metas e Indicadores adotados para a pesquisa .....	128
Tabela 12 - Quantidade produzida nos Censos (t) (2006 e 2017) nas culturas selecionadas ...	129
Tabela 13 - Crianças extremamente pobres nos municípios .....	130
Tabela 14 - Pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários, total de pessoas, mulheres de 14 anos e mais de idade e mulheres de menos de 14 anos de idade.....	132
Tabela 15 - Mulheres ocupadas em estabelecimento agropecuário - censo agropecuário (2006 e 2017).....	132
Tabela 16 - Existência de adutora de água tratada nos municípios .....	135
Tabela 17 - Existência de Energia elétrica nos municípios .....	136
Tabela 18 - Os diversos setores de energia elétrica, número de consumidores e consumo nos municípios .....	138
Tabela 19 - Dados de oferta e demanda de água nos municípios - Região Hidrográfica Atlântico Sudeste (2005 - 2015 - 2025) .....	140
Tabela 20 - Volume de água produzido e consumido nos municípios.....	142
Tabela 21 - Valores médios das variáveis do consumo dos diferentes produtos utilizados na alimentação da população - Brasil - América Latina - Mundo.....	145
Tabela 22 - Produção Agrícola Municipal (PAM) (t) (2018).....	147
Tabela 23 - Dados do fabricante para a bomba d'água utilizada na irrigação da produção agrícola .....	156
Tabela 24 - Produção pesqueira no município de Paraty - referência anual .....	174

Tabela 25 - Produção pesqueira no município de Ubatuba - referência anual .....	177
---	-----

## LISTA DE SIGLAS

### *Siglas*

<b>AAE</b>	Água-Alimento-Energia
<b>ACV</b>	Análise do Ciclo de Vida
<b>ACP</b>	Análise de Componentes Principais
<b>AGEVAP</b>	Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul
<b>ALC</b>	América Latina e Caribe
<b>ANA</b>	Agência Nacional de Água
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>ARSESP</b>	Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo
<b>ADH</b>	Atlas de Desenvolvimento Humano
<b>BC</b>	Banco Central
<b>BEN</b>	Balanco Energético Nacional
<b>BMM</b>	Banco Multidimensional de Estatística
<b>CEAGESP</b>	Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo
<b>CEASA</b>	Centrais de Abastecimentos S.A.
<b>CESP</b>	Companhia Energética de São Paulo
<b>CNAE</b>	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
<b>COP</b>	Conferência das Partes
<b>CPFL</b>	Companhia Paulista de Força e Luz
<b>CTEEP</b>	Companhia Paulista de Transmissão de Energia
<b>DHAA</b>	Direito Humano à Alimentação Adequada
<b>EBIA</b>	Escala Brasileira de Insegurança Alimentar
<b>EDP</b>	Bandeirante Energia
<b>EIOLCA</b>	<i>Environmental input-output life cycle assessment</i>
<b>Elektro</b>	Eletricidade e Serviços S.A.
<b>Eletropaulo</b>	Eletricidade de São Paulo S.A.
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética
<b>ETA</b>	Estação de Tratamento de água
<b>FAO</b>	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura <i>Food and Agriculture Organization</i>
<b>FAOSTAT</b>	<i>Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database</i>
<b>FIDA</b>	Fundo Internacional para o Desenvolvimento Agrícola
<b>FIPE</b>	Fundação Instituto de Pesca (RJ)
<b>FJP</b>	Fundação João Pinheiro
<b>GEE</b>	Gases do efeito Estufa
<b>GIZ</b>	<i>Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit</i> Agência Internacional de Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável
<b>GPS</b>	<i>Geographic Position Spatial</i>
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IDH</b>	Índice de Desenvolvimento Humano
<b>IDHM</b>	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
<b>IEA</b>	<i>International Energy Agency</i>
<b>ILAC</b>	Iniciativa Latino Americana e Caribenha
<b>IMO</b>	Instituto de Mercado Ecológico
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estatística
<b>Inmetro</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>IP-APTA</b>	Instituto de Pesca, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios

<b>IPEA</b>	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
<b>IWA</b>	<i>International Water Association</i>
<b>LOSAN</b>	Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional
<b>LSPA</b>	Levantamento Sistemático da Produção Agrícola
<b>MFA</b>	<i>Material Flow Analysis</i>
<b>MAPA</b>	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
<b>MMA</b>	Ministério do Meio Ambiente
<b>MPA</b>	Ministério da Pesca e Aquicultura
<b>MPOG</b>	Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão
<b>NDLTD</b>	<i>Networked Digital Library of Theses and Dissertations</i>
<b>OCDE</b>	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
<b>ODM</b>	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
<b>ODS</b>	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>ONG</b>	Organização Não Governamental
<b>ONS</b>	Operador Nacional do Sistema Elétrico
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PAM</b>	Produção Agrícola Municipal
<b>PCH</b>	Pequenas Centrais Hidrelétricas
<b>PESM</b>	Parque Estadual da Serra do Mar
<b>PIB</b>	Produto Interno Bruto
<b>PLANSAN</b>	Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutrição
<b>PLAMSAN</b>	Plano Municipal de Segurança Alimentar e Nutrição
<b>PMA</b>	Programa Mundial de Alimentos
<b>PNAD</b>	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
<b>PNSB</b>	Plano Nacional de Saneamento Básico
<b>PNUD</b>	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
<b>POF</b>	Programa de Orçamento Familiar
<b>PRONAF</b>	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
<b>RMVP</b>	Região Metropolitana do Vale do Paraíba
<b>SAN</b>	Segurança Alimentar e Nutricional
<b>SDG</b>	<i>Sustainable Development Goals</i>
<b>SCN</b>	Sistema de Contas Nacionais
<b>SEADE</b>	Fundação Sistema Nacional de Análise de Dados
<b>SEAP</b>	Secretaria de Agricultura e Pesca
<b>Senir</b>	Secretaria Nacional de Irrigação
<b>SIN</b>	Sistema Integrado Nacional
<b>SNA</b>	<i>System of National Accounts</i>
<b>SNIS</b>	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
<b>UC</b>	Unidade de Conservação
<b>UDH</b>	Unidades de Desenvolvimento Humano
<b>UF</b>	Unidade Federativa
<b>UHE</b>	Usina hidrelétrica
<b>UNESCO</b>	<i>United Nations for Educational, Scientific and Cultural Organization</i> Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura
<b>UNSD</b>	<i>United Nations Statistics Division</i> Divisão de Estatística das Nações Unidas
<b>UNFCCC</b>	<i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i> Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas
<b>UTE</b>	Usina termelétrica

**WBGU** *German Advisory Council on Global Change*  
**WWAP** *United Nations World Water Assessment Programme*  
**ZEE** *Zona Econômica Exclusiva*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	25
1.1 OBJETIVO .....	27
1.2 JUSTIFICATIVA .....	27
1.3 O NEXO AAE NA ANÁLISE DO FLUXO SISTÊMICO ENTRE AS CIDADES.....	28
1.4 ÁREA DE ESTUDO .....	29
1.5 ABORDAGEM DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS) NA PRESENTE TESE .....	32
<b>2 A FORMAÇÃO DAS CIDADES: DA OCUPAÇÃO AOS INTERESSES E NECESSIDADES DAS CIDADES</b> .....	39
2.1 O METABOLISMO DAS CIDADES.....	41
2.2 USO E DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS ÁGUA, ALIMENTO E ENERGIA .....	45
<b>2.2.1 A disponibilidade hídrica e o consumo</b> .....	45
<b>2.2.2 A água no setor energético</b> .....	49
<b>2.2.3 A segurança e a insegurança alimentar</b> .....	58
<b>2.2.4 A produção e o consumo de energia elétrica</b> .....	71
2.3 PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO E OS RECURSOS NATURAIS.....	78
2.4 MÉTODOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DO NEXO AAE E INTERVENÇÕES DA REALIDADE SOCIAL.....	82
2.5 O NEXO E OS SETORES DE ÁGUA, ALIMENTO E ENERGIA.....	85
<b>3 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	93
3.1 MATERIAIS UTILIZADOS.....	93
<b>3.1.1 Pesquisa Bibliográfica e Documental</b> .....	93
<b>3.1.2 Levantamento e coleta de dados</b> .....	94
<b>3.1.3 Universo da pesquisa</b> .....	95
<b>3.1.4 Pesquisa de campo</b> .....	96
<b>3.1.5 Os indicadores socioeconômicos globais</b> .....	96
<b>3.1.6 As abordagens <i>Top-Down</i> e <i>Bottom-up</i> para produção e consumo dos recursos naturais nos municípios</b> .....	97
<b>3.1.7 O uso da ferramenta estatística para as correlações dos dados</b> .....	99
<b>4 AS CIDADES E SEUS TERRITÓRIOS</b> .....	101
4.1 AS CIDADES NO TERRITÓRIO ESTUDADO.....	102
<b>4.1.2 A economia e os indicadores de desenvolvimento</b> .....	104

4.2 O MUNICÍPIO DE CUNHA.....	109
4.2.1 Aspectos sociais.....	113
4.2.2 O município de Cunha, a distribuição espacial e a inter-relação com os municípios vizinhos .....	115
4.3 O MUNICÍPIO DE CUNHA E A REDE DE INFLUÊNCIA ENTRE OS MUNICÍPIOS VIZINHOS .....	120
4.3.1 Areias (SP).....	120
4.3.2 Guaratinguetá (SP).....	121
4.3.3 Lagoinha (SP).....	121
4.3.4 Lorena (SP) .....	122
4.3.5 Paraty (RJ) .....	122
4.3.6 São José do Barreiro (SP) .....	124
4.3.7 São Luís do Paraitinga (SP).....	124
4.3.8 Silveiras (SP) .....	125
4.3.9 Ubatuba (SP).....	125
<b>5 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>127</b>
5.1 OS RECURSOS NATURAIS NOS MUNICÍPIOS NO CONTEXTO DOS ODS .....	127
5.1.1 Objetivo 2 dos ODS - Erradicar a fome .....	129
5.1.2 Objetivo 5 dos ODS - Igualdade de gênero .....	131
5.1.3 Objetivo 6 dos ODS - Água para todos.....	135
5.1.4 Objetivo 7 dos ODS - Acesso à energia elétrica .....	136
5.2 A ÁGUA NO CONTEXTO DO NEXO AAE .....	139
5.3 A PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	144
5.3.1 A produção de feijão nos municípios .....	147
5.3.2 A produção de arroz nos municípios .....	148
5.3.3 A produção de milho nos municípios.....	150
5.3.4 A produção de mandioca nos municípios.....	151
5.4 O NEXO ÁGUA-ALIMENTO-ENERGIA NO CONTEXTO DA AGRICULTURA....	152
5.4.1 A prática agrícola e a produção orgânica no município de Cunha .....	153
5.4.2 A produção de arroz no município de Guaratinguetá .....	162
5.5 O NEXO ÁGUA-ALIMENTO-ENERGIA NO CONTEXTO DA PESCA.....	170
5.5.1 A produção pesqueira no município de Paraty (RJ).....	174
5.5.2 A produção pesqueira no município de Ubatuba (SP).....	176
5.5.3 O consumo e origem do pescado no município de Cunha .....	182

<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>188</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>193</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>211</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito do nexo água-alimento-energia foi estabelecido a partir da Conferência de Bonn em 2011, quando o governo federal alemão organizou a conferência internacional “O Nexo da Energia Hídrica e Segurança Alimentar - Soluções para a Economia Verde” com objetivo de contribuir com a Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20), a qual foi realizada em 2012, na cidade do Rio de Janeiro.

O nexo água-alimento-energia (AAE) surge no contexto das mudanças climáticas e sociais, com inclusão de temas relativos ao crescimento demográfico, a urbanização e a globalização, com ênfase na segurança alimentar (HOFF, 2011). A abordagem do nexo AAE, ou em inglês - WFE nexus (do inglês *water-food-energy nexus*), leva em consideração a interdependência do uso desses recursos naturais, essenciais para o bem-estar humano e para o desenvolvimento com sustentabilidade.

A população mundial atingiu, em abril de 2017, 7,5 bilhões de pessoas (BRASIL, 2018d) e, segundo FAO (2019), em 2050 esse número pode chegar entre 9,3 e 9,8 bilhões de pessoas. A produção de alimentos e o crescimento demográfico estão relacionados ao consumo de água, alimento e energia, os quais, por sua vez, são inter-relacionados, o que implica na necessidade de sua abordagem sistêmica (NAMANY, AL-ANSARI, GOVINDAN, 2019).

Deve-se considerar que para geração de energia em hidrelétricas são necessários os recursos hídricos; sendo a energia imprescindível para a captação, transporte e tratamento de águas e efluentes, bem como para os sistemas de irrigação e transporte dos alimentos, e ambos - água e energia - são necessários para produção de alimentos.

Segundo dados da FAO (2017), o maior consumo de água doce global se deve à agricultura, o que corresponde a 70% do consumo total. Projeta-se que esta situação seja acentuada num futuro próximo, uma vez que 60% a mais de alimentos serão necessários para sustentar a população mundial em 2050 e, até essa data, prevê-se que o total de retiradas mundiais de água para irrigação possa aumentar, passando para 80% a 90% do total de água doce global utilizada para este fim, desde que as práticas de irrigação sejam aprimoradas e os rendimentos aumentem.

A abordagem holística de sistemas ambientais é necessária para compreender como a interdependência ou interação dos componentes do meio ambiente se estruturam e funcionam (OLIVEIRA, 1990; CHISTOFOLETTI, 1999), ou seja, estabelecer análises que considerem os aspectos físicos, socioeconômicos, ambientais, e ainda o metabolismo das cidades.

Odum (1970) considerou que os pequenos sistemas ecológicos, os grandes panoramas que incluem o homem civilizado e toda a biosfera do planeta Terra recebem apenas certas quantidades de energia. Por isso, busca-se aproximar o homem da natureza tentando-se compreender a energia limitada dos sistemas ambientais. Para o autor, “um estudo da natureza e do homem é, portanto, um estudo de sistemas”.

O termo “sistema” relaciona-se à tecnogênese dos processos de desgaste e transporte ou acumulação de material geológico e, quando há interferência do ser humano no funcionamento de um processo, é denominado de efetuação (ROHDE, 1996), o que significa que não existiria daquela forma sem tal interferência antrópica.

O ser humano pode ser considerado um agente geológico de caráter diferenciado, sendo capaz de fazer as propriedades e o modo de ser da natureza ajustarem-se em novos modos de funcionamento, isto é, de forma subordinada à suas intenções. As ações da espécie humana nos ambientes, frequentemente, são mais intensas do que os processos naturais equivalentes.

O nexu AAE é atualmente linha de pesquisa acadêmica consolidada no meio científico (ALBRECHT et al., 2018) e no âmbito político e social. Entretanto, o foco das discussões e aplicações do conceito do nexu AAE tem sido em nível global ou nacional, como impulsionadores de nível macro, fluxos de materiais e amplos desenvolvimentos de infraestrutura (TERRAPON-PFAFF et al., 2018). Contudo, os grandes desafios do nexu AAE são enfrentados por comunidades, famílias, instituições e pequenos empreendimentos em nível local.

O presente estudo tem no setor da costa brasileira as cidades de Ubatuba e Paraty, seguindo para a serra e englobando os municípios de São Luís do Paraitinga e Lagoinha, a Sudeste, Guaratinguetá e Lorena a Noroeste, Silveiras ao Norte, Areias e São José do Barreiro a Nordeste como extremo do eixo, tendo em posição central no estudo a cidade de Cunha. Esse eixo tem características geológicas e geomorfológicas que possibilitaram os deslocamentos dos seres humanos e animais de cargas, desde tempos pré-Cabralinos, passando pelo colonial até os dias atuais, o que permitiu e permite uma rede de influência entre as localidades.

A escolha da aplicação do estudo do nexu AAE em grupos de municípios com análise centrada no município de Cunha deu-se em virtude de três principais fatores. Primeiro, por apresentar elevada disponibilidade de recursos hídricos, segundo por se situar em localização estratégica na transição da Serra da Mantiqueira com a baixada litorânea, posição que estabeleceu a marca de sua participação no processo histórico de formação do território brasileiro, nas várias fases do desenvolvimento econômico, ou seja, aurífero, cafeeiro e

agropecuário, tendo sido, historicamente, local de passagem do transporte de ouro<sup>1</sup> entre Minas Gerais e o Porto de Paraty.

Em terceiro lugar, em decorrência de possibilitar compreender a região como um sistema, e assim permitindo, a partir dessa compreensão, desenvolver diversos estudos relacionados ao nexos AAE em outras localidades. Através do estudo do nexos AEE, foi possível analisar o quanto a região avaliada vem atendendo ou não aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) e apontar possíveis direcionamentos para atendimento dos mesmos.

As informações sobre produção e consumo dos recursos naturais nas localidades foram obtidas, principalmente, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Secretarias Municipais. Para as análises e visualização gráfica de dados, compilação e correlação dos resultados alcançados, foram empregadas técnicas estatísticas de correlação de Pearson.

## 1.1 OBJETIVO

A presente tese tem como objetivo analisar o nexos água-alimento-energia e a rede de influência entre as cidades, relacionando-os aos indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

São objetivos específicos da pesquisa:

- Identificar e correlacionar a produção e consumo dos recursos água, alimento e energia nos municípios estudados;
- Avaliar o conjunto de indicadores e a correlação das variáveis econômicas, sociais e ambientais, considerando as metas dos ODS;
- Contribuir com a gestão dos recursos naturais água, alimento e energia, no âmbito local e regional, considerando o nexos água-alimento-energia.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

O município de Cunha e o grupo de municípios vizinhos localizam-se entre a escarpa da Serra da Mantiqueira e a baixada litorânea, passando pela escarpa da Serra do Mar. São tipos de relevo que exercem uma influência marcante sobre o comportamento dos fenômenos meteorológicos, atuando como barreiras às massas de ar responsáveis pelos regimes pluviométrico e térmico destas áreas (HIRUMA, 2010), aspectos que permitem uma elevada

---

<sup>1</sup> “Estrada do ouro” ou “O Caminho do Ouro” é a via de acesso a partir do porto de Paraty, passando pela cidade de Cunha em direção à região das principais reservas de metais preciosos - ouro e diamantes - do Brasil, situadas em Minas Gerais. Foi a primeira rota para a colonização do interior, moldada através dos séculos pelo vasto interior do país, ao longo dos seus 1400 km, cruza 177 cidades em três estados brasileiros, 162 em Minas Gerais, 8 no Rio de Janeiro e 7 cidades em São Paulo.

disponibilidade dos recursos hídricos na região. Duas importantes Unidades de Conservação (UC) estão presentes nessa região, o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) e o Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB). Nessa área, cone leste do Estado de São Paulo, segundo Soares (2005), está presente a Bacia do Rio Paraíba do Sul, integrante da Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, que abrange área de aproximadamente 57.000 km<sup>2</sup>, região onde está instalada a Usina Hidrelétrica de Paraibuna.

A área analisada encontra-se na transição entre a vertente da Serra da Mar e o extenso Vale do Paraíba, situado entre duas metrópoles, São Paulo e Rio de Janeiro, caracterizada pela produção de arroz no município de Guaratinguetá, e na baixada litorânea com os municípios de Paraty e Ubatuba, tendo o município de Cunha em posição intermediária. A região estudada é drenada pelo Rio Paraibuna e seus afluentes e constitui fonte significativa de abastecimento de grandes cidades do sudeste brasileiro.

O manancial desta bacia hidrográfica abastece cerca de 15 milhões de pessoas e, do ponto de vista socioeconômico, além de fonte de abastecimento, dá subsídio ao desenvolvimento nos setores da produção de alimento e geração de energia.

### 1.3 O NEXO AAE NA ANÁLISE DO FLUXO SISTÊMICO ENTRE AS CIDADES

A hipótese avaliada na tese é a de que é possível, a partir da aplicação do conceito do nexo água-alimento-energia na rede de influência entre as cidades, desenvolver uma análise comparativa que permita estabelecer uma aplicação e compreensão do fluxo de um sistema, entender o sistema em relação ao seu contexto/ambiente (em grande escala) e em relação aos seus componentes internos (em escala local). O valor do estudo está na sua abordagem quantitativa, pois pode ser utilizado como uma análise replicável para outros trabalhos, na mesma linha de pesquisa, em outras áreas geográficas.

As contribuições da pesquisa residem em alguns aspectos fundamentais:

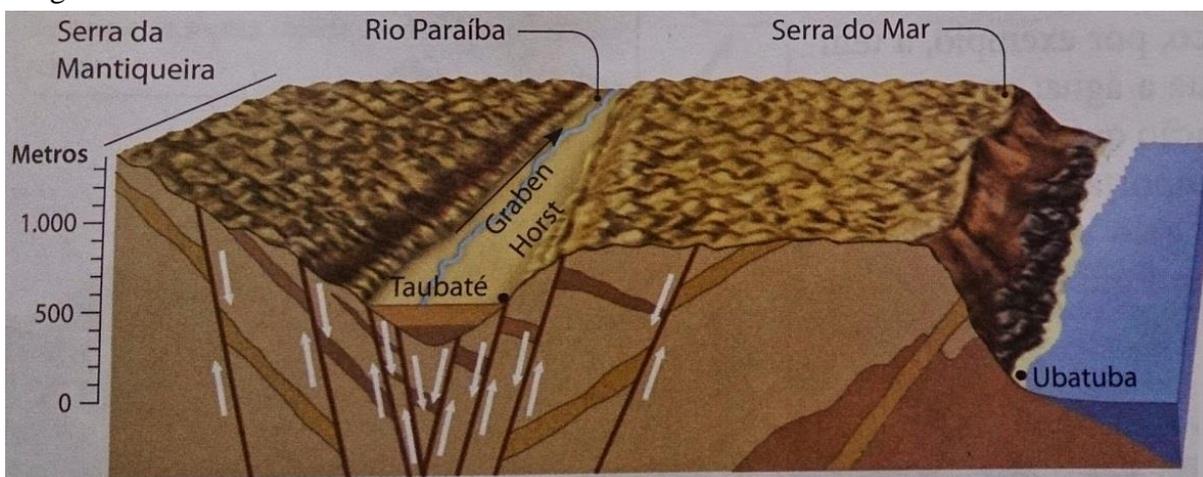
- Apresentar relevantes subsídios para a adoção de políticas públicas nos municípios trabalhados nas áreas socioeconômicas e ambientais, relacionando-os às metas e indicadores dos ODS.
- Estabelecer relações estatísticas entre as dimensões de produção e consumo dos recursos água-alimento-energia.
- Enfatizar a necessidade de dados agregados, acessíveis e confiáveis para ajudar a fortalecer os sistemas de informações e programas de avaliação e desenvolvimento sustentáveis municipais e regionais e, conseqüentemente, estaduais e nacionais.

#### 1.4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo apresenta uma conformação geomorfológica peculiar, tendo o município de Cunha em posição central entre os demais municípios estudados. A região apresenta estruturação geológica com direção nordeste marcante, relacionada à Faixa de Dobramentos Ribeira. Paralela à essa estruturação, desenvolveu-se o vale do Rio Paraíba que é uma bacia limitada por falhas e paralelas também à direção nordeste. A evolução geológica desse vale permite entender a evolução do relevo, o qual, de certa forma, responde a essa estruturação original. As rochas ali presentes são do período pré-cambriano, com idades de formação ao redor de 580 milhões de anos. No geral são rochas graníticas e gnáissicas e metavulcânicas. A estruturação do relevo é mais recente, tendo iniciado por volta de 60 milhões de anos atrás, no início do Período Cretáceo, relacionado à abertura do Oceano Atlântico (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998; DANTAS, 2000).

O Vale do Paraíba é um vale afundado, limitado por escarpas de falhas, numa estrutura geologicamente conhecida como *graben*<sup>2</sup>. Sua evolução remonta às fases tardias da separação entre os continentes sul-americanos e africanos (Figura 1), didaticamente explicada por Leinz e Amaral (1989). O vale separa a Serra da Mantiqueira, a noroeste, da Serra do Mar, a sudeste, onde se situa Cunha.

Figura 1 - Esquema da estruturação do Vale do Paraíba, Serra da Mantiqueira e Serra do Mar e a região litorânea



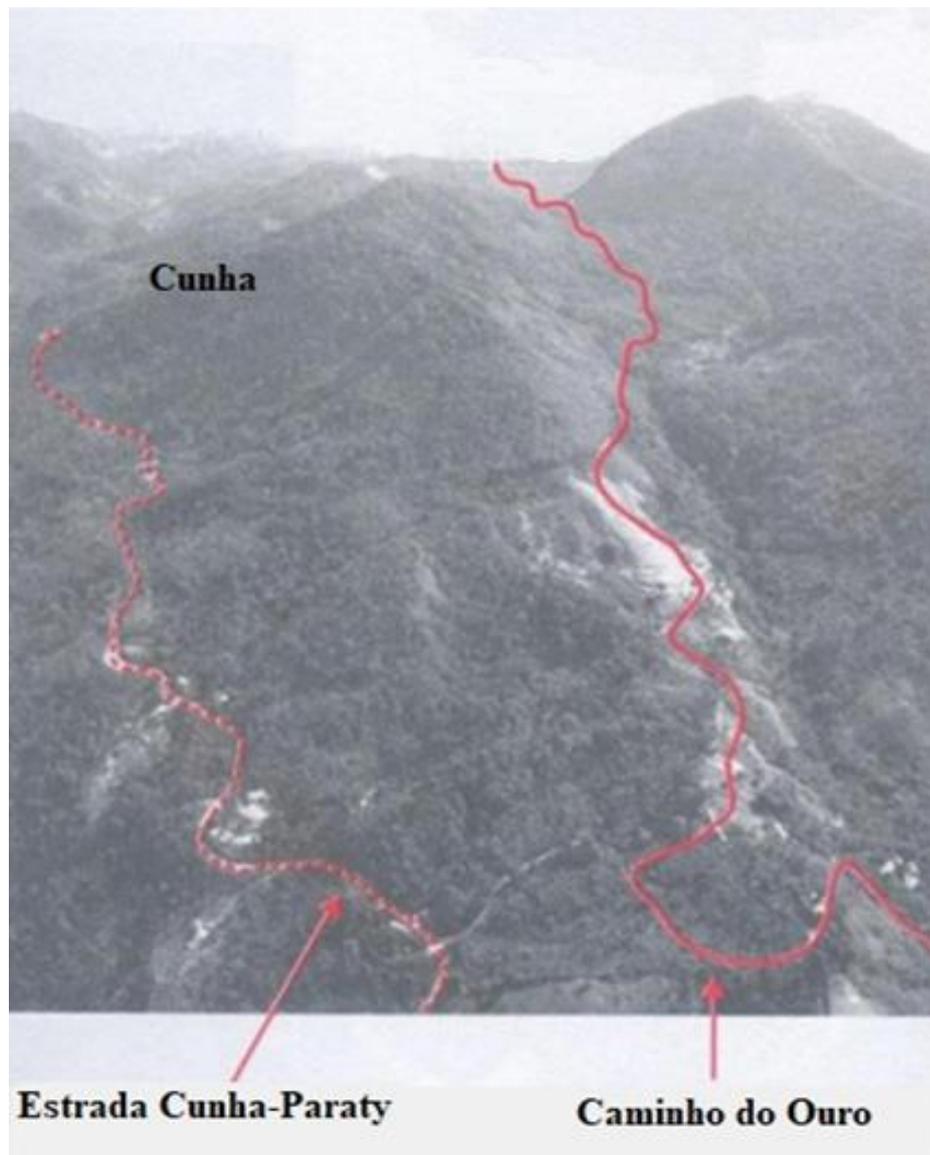
Fonte: (LEINZ e AMARAL, 1989), (arte de Paulo Manzi).

A região de estudo engloba o Vale do Paraíba e o Planalto da Bocaina e sua escarpa, até a planície costeira (PONÇANO et al. 1981; RADAMBRASIL, 1983). Em especial, a escarpa a

<sup>2</sup> **Graben** ou **fossa tectônica** é a designação dada, em geologia estrutural, a uma depressão de origem tectônica, geralmente com a forma de um vale alongado com fundo plano, formada quando um bloco de território fica afundado em relação ao território circundante, resultado dos movimentos combinados de falhas geológicas paralelas ou quase paralelas.

sudeste de Cunha é caracterizada por vertentes muito íngremes, com inclinações de 30 a 60° e são caracterizadas por intensos processos erosivos, relacionados ao processo de recuo remontante da escarpa como um todo (SILVA, 2014). Na Figura 2, pode-se observar a vertente que desce a sudeste de Cunha, cortada pela Estrada Paraty-Cunha e, antigamente, pelo Caminho do Ouro, dando acesso a Paraty.

Figura 2 - Imagem da escarpa a sudeste de Cunha, acesso a Paraty, Caminho do Ouro e, no vale ao lado, a Estrada Cunha - Paraty



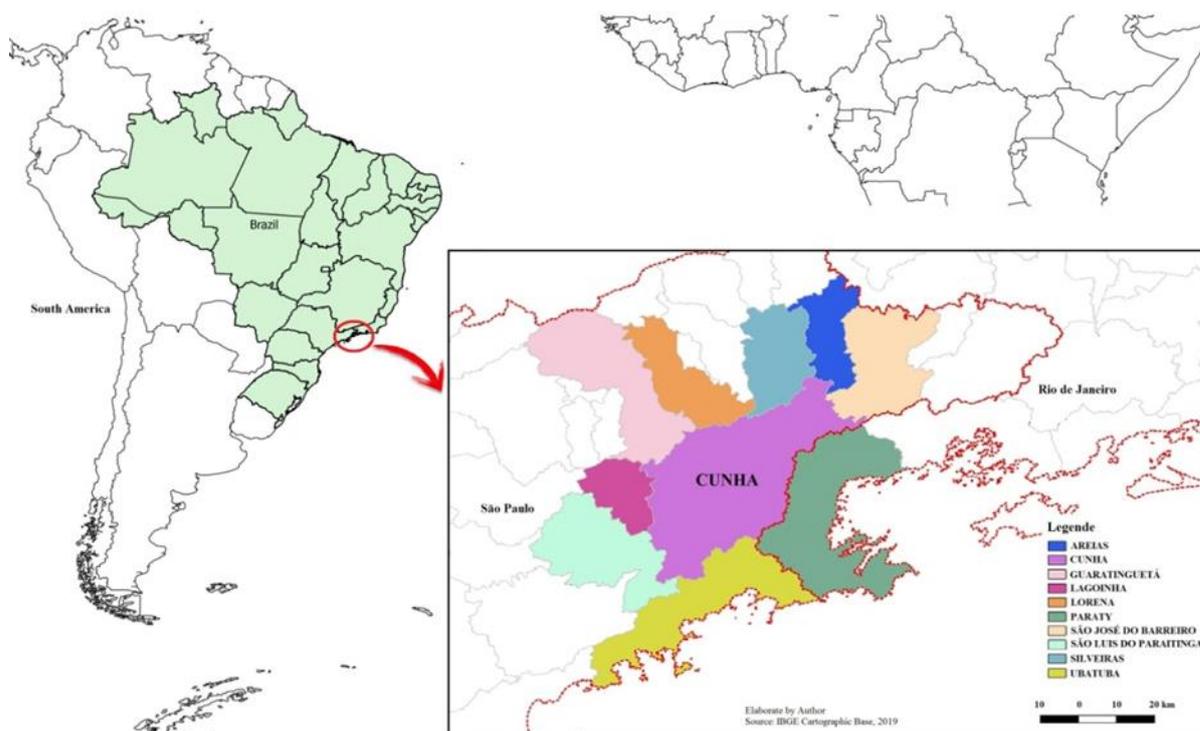
Fonte: Adaptado de (RIBAS, 2003).

Na imagem (Figura 2) vê-se a escarpa a sudeste de Cunha, o traçado que dá acesso a Paraty onde se instalou primeiramente o Caminho do Ouro, em antigo caminho indígena

ligando o Litoral Sul ao Litoral Norte de São Paulo e Sul do Rio de Janeiro e, depois, no vale ao lado, a Estrada Cunha-Paraty.

Frente à estruturação geológico-geomorfológica, está a região de Cunha em posição central, com sua área se estendendo na vertente da Serra da Bocaina até o limite com Paraty, que segue por toda a baixada, limitando-se com Ubatuba ao sudoeste. Na conformação da Serra, no mesmo contexto de Cunha, estão os municípios de São Luís de Paraitinga e Lagoinha a sudoeste. No vale do Paraíba, a noroeste de Cunha, têm-se os municípios de Guaratinguetá e Lorena e, a nordeste Silveiras, Areias e São José do Barreiro. A Figura 3 apresenta a localização da área de estudo, o município de Cunha e os municípios confrontantes.

Figura 3 - Localização do município de Cunha e os municípios confrontantes - inseridos no Estado de São Paulo, Brasil e América Latina



Fonte: Autoria própria, a partir de Mapa base do IBGE

Quando destacados os municípios no mapa de localização (Figura 3) observa-se que, na disposição dos municípios, Cunha aparece ao centro. Essa área está situada na ponta leste do Estado de São Paulo, sendo que apenas o município de Paraty encontra-se no Estado do Rio de Janeiro.

As pesquisas elaboradas que necessitam de dados estatísticos das cidades brasileiras, em sua maioria, buscam como base as informações oficiais ou até mesmo os dados tratados por instituições internacionais. Entretanto, devem-se considerar as dificuldades de atualização das

fontes de dados provenientes dessas instituições, o que pode vir a apresentar limitações nas análises. Algumas dessas bases de dados apresentam lacunas nas informações e os métodos de consolidação de dados podem ser obstáculos nas suas utilizações. Como exemplo, o censo agropecuário, disponibilizado pelo IBGE<sup>3</sup>, possui uma versão para o ano de 2006, sem sequência para os anos seguintes e, somente em 2017 foi realizada uma nova coleta de informações, com divulgação de dados parciais no ano de 2018 e dados mais completos no segundo semestre de 2019. Assim, para uma pesquisa sistematizada, essa lacuna de dados representa uma limitação. Outro exemplo é a não disponibilização de dados sobre abastecimento de água, em alguns dos municípios, pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).

Para acompanhar sistematicamente os níveis e as tendências da urbanização em todo o mundo e monitorar o progresso dos ODS nas áreas urbanas e rurais, os governos, com o apoio da cooperação internacional, devem continuar seus esforços para produzir dados mais extensos e de melhor qualidade sobre o tamanho, distribuição e características da população (UNITED NATIONS, 2017b).

## 1.5 ABORDAGEM DOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS) NA PRESENTE TESE

No ano de 2000, a ONU sugeriu os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), os quais antes considerados oito passaram a ser, em 2015, os 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os ODM, originados na Declaração do Milênio das Nações Unidas (UN, 2001), incorporaram pauta significativa de instrumentos internacionais de proteção dos direitos humanos. A definição dos 17 ODS, que se baseia nos progressos e lições aprendidas com os oito ODM entre 2000 e 2015, é fruto do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo que pretende criar um novo modelo global para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar de todos, proteger o meio ambiente e combater as alterações climáticas (FAO, 2017). Sendo assim, partilham da mesma necessidade de serem respeitados e exigidos dos Estados, por meio da realização de ações que contribuam para o seu alcance.

---

<sup>3</sup> O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é o órgão do governo brasileiro, vinculado ao Ministério da Economia, responsável por articular e coordenar as pesquisas estatísticas de diversos segmentos da sociedade civil, como o Censo Demográfico e a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD). Passou a funcionar em 1937 nos moldes que se conhece atualmente a partir da incorporação do Conselho Brasileiro de Geografia ao Instituto Nacional de Estatística (INE).

O Quadro 1 apresenta a comparação na relação e detalhamento da continuidade e evolução dos ODM para os ODS.

Quadro 1 - Objetivos dos ODM e dos ODS - as relações comparativas

<b>Os 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM)</b>	<b>Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)</b>
1. Erradicação da extrema pobreza e da fome	1. Erradicar a pobreza 2. Erradicar a fome. 10. Reduzir as desigualdades.
2. Promoção da igualdade entre sexos e autonomia das mulheres	5. Igualdade de gênero 10. Reduzir as desigualdades
3. Redução da mortalidade infantil	3. Saúde de qualidade
4. Combate ao HIV/Malária e outras doenças	3. Saúde de qualidade 6. Água potável e saneamento 7. Energias Renováveis e Acessíveis 8. Crescimento econômico e sustentável 11. Cidades e comunidades sustentáveis 12. Produção e Consumo Sustentáveis 13. Ação Climática 14. Proteger a Vida Marinha 15. Recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres 16. Paz, Justiça e Instituições eficazes
5. Garantir a sustentabilidade ambiental	3. Saúde de qualidade 4. Educação de Qualidade 8. Crescimento econômico e sustentável 9. Indústria, inovação e infraestruturas 16. Paz, Justiça e Instituições eficazes 17. Parcerias para a implementação dos Objetivos
6. Melhorar a saúde materna	3. Saúde de qualidade
7. Universalizar a educação primária	4. Educação de Qualidade
8. Estabelecer parceria mundial para o desenvolvimento	8. Crescimento econômico e sustentável 9. Indústria, inovação e infraestruturas 16. Paz, Justiça e Instituições eficazes 17. Parcerias para a implementação dos Objetivos

Fonte: Autoria própria

Foram fundamentais para os ODM, assim como as são para os ODS, todas as medidas estabelecidas em convenções e tratados internacionais, tais como a Declaração Universal dos Direitos Humanos; o Pacto Internacional dos Direitos Econômicos, Sociais e Culturais; o Pacto Internacional dos Direitos Civis e Políticos; a Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação Racial; a Convenção sobre a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra a Mulher e a Convenção sobre os Direitos da Criança (IPEA, 2005).

A agenda dos ODS, também denominada Agenda 2030, assume ser um plano de ação para pessoas, para o planeta e a prosperidade, buscando fortalecer a paz universal em maior liberdade, ser implementada por todos os países e partes interessadas, atuando em parceria colaborativa e reafirmando aprofundar todos os princípios reconhecidos na Agenda. Afirma que erradicar a pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável (UNITED NATIONS, 2017).

Nesse contexto, dados da ONU (2015) afirmaram que, apesar de algumas taxas como a pobreza extrema e a mortalidade terem diminuído, houve um grande aumento nas taxas de desigualdade se comparados os diferentes grupos sociais e econômicos, ou seja, a concentração de renda é mantida. Em outras palavras, apesar da melhora relativa nas metas visadas pelos ODM e ODS, a população mais pobre é a que mais sofre com a falta de estrutura social básica para a condição digna de vida humana, bem como é o grupo que mais sofre com as alterações climáticas e suas constantes consequências.

Entre os ODS coexistem três grandes grupos: primeiro, articulando a demanda por mais apropriação de recursos humanos, segundo, sustentando a base de recursos e, terceiro, redistribuindo poder e benefícios. O debate mudou de "disposição" para "capacidade de agir" com a agenda dos ODS, revelando que a agricultura e silvicultura interagem conjuntamente com todos os três grupos, sendo que, nesse assunto, exige-se um gerenciamento integrado (VAN NOORDWIJK et al., 2018; REYERS et al., 2017). Os recursos pesqueiros devem fazer parte dessa interação, assim como de um gerenciamento integrado.

Quando debatido o tema erradicação da fome e o direito à alimentação, ONU (2015) assegurou que estudos científicos demonstram que onde reina a fome, especialmente nas zonas mais desfavorecidas, os métodos agroecológicos são muito mais eficazes para estimular a produção alimentar e a saúde do agricultor do que aqueles que utilizam os fertilizantes químicos.

Segundo ONU (2015), os ODS serão seguidos e revisados usando um conjunto de indicadores globais desenvolvidos pelo Grupo Interinstitucional e de Peritos sobre Indicadores de Metas de Desenvolvimento Sustentável e que devem buscar assegurar os direitos humanos de todos e alcançar a igualdade de gênero e o empoderamento<sup>4</sup> de mulheres e meninas. Assim, no contexto dos ODS relacionado ao nexos AAE, é urgente a necessidade de pesquisas para balizar possíveis implementações de políticas públicas, frente às barreiras, para atender os Objetivos e Metas estabelecidos.

Avaliar os dados de consumo e produção dos recursos água, alimento e energia e propor análise que considere os indicadores dos ODS, constituindo-se em um diagnóstico da inter-relação do consumo desses recursos naturais com foco na socioeconomia dos municípios estudados e região, faz parte do universo desta pesquisa. De modo similar, realizar análises que

---

<sup>4</sup> Do inglês “*empowerment*” é utilizado como sinônimo de emancipação social. O empoderamento, segundo o educador brasileiro Paulo Freire, gera um processo de incentivo às potencialidades dos próprios indivíduos para melhorarem suas condições imediatas de vida, objetivando o “empoderamento” da comunidade, isto é, a capacidade de gerar processos de desenvolvimento autossustentável.

correlacionem variáveis econômicas, sociais e ambientais e o nexos AAE de modo a compreender como um município se inter-relaciona com os municípios vizinhos e região, tendo em vista os indicadores estabelecidos para alcançar os objetivos e metas pretendidas pelos ODS, evidencia os principais fatores que podem atender às necessidades da população.

A seleção dos Objetivos e indicadores dos ODS tratados nesta tese apoiou-se principalmente nos critérios de validade/representatividade (indicadores que expressam significativamente a dinâmica do nexos água-alimento-energia) e de disponibilidade (dados já existentes ou possíveis de serem obtidos). Foram selecionados quatro Objetivos (2, 5, 6 e 7), sendo os Objetivos 2, 6 e 7 são inteiramente relacionados aos temas água, alimento e energia e, o Objetivo 5 relaciona-se diretamente com a produção de alimentos. Para a justificativa dessa seleção é relatado a seguir: Objetivo 2 *“acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável”*. Nesse contexto, os dados referentes à produção e ao cultivo de alimentos nos municípios estudados, a maioria derivado de produtores que utilizam os métodos agroecológicos<sup>5</sup>, e ainda, para os municípios de Ubatuba e Paraty as informações referentes à produção de pescado como o principal alimento, estão relacionados ao Objetivo 2.

Quanto ao Objetivo 5, *“alcançar a igualdade de gênero e capacitar todas as mulheres e meninas”*, a pesquisa traz informações sobre a vulnerabilidade feminina, mas também do fortalecimento e reconhecimento do trabalho das mulheres e meninas, principalmente, na agricultura familiar observada na área de estudo. Deve-se sobretudo, considerar a declaração da FAO (2018) de que *“mais de 60% do alimento que chegam às mesas das famílias em todo o mundo são cultivados por mãos de mulheres”*; dessa forma, no item alimento é analisado o trabalho feminino na agricultura. Estudo da ONU (2015) reafirmou que é urgente a necessidade de atenção frente a barreiras para o fortalecimento das mulheres no campo e total inclusão em atividades econômicas. Os ODS contemplam indicadores específicos, sendo que os Objetivos 5 (Igualdade de Gênero) e 8 (Trabalho Decente e Crescimento Econômico), ressaltam a verdadeira importância do trabalho das mulheres e meninas, incluindo o trabalho feminino na agricultura.

---

<sup>5</sup> As práticas agroecológicas podem ser vistas como práticas nas quais se utiliza a mão de obra familiar, a pequena propriedade, em sistemas produtivos complexos e diversos, adaptados às condições locais e em redes regionais de produção e distribuição de alimentos. O produto agroecológico é diferenciado desde a origem, é certificado, tanto pelos certificadores tradicionais, como o Instituto de Mercado Ecológico (IMO), como pela certificação comunitária, que é feita por organizações a partir da origem de onde é produzido.

Tratando-se do Objetivo 6, que afirma a necessidade de “*garantir a disponibilidade e gestão sustentável de água e saneamento para todos*”, a tese busca abordar os dados dos recursos hídricos, o acesso a água potável e saneamento nos municípios estudados.

Quanto ao o Objetivo 7, “*garantir acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos*”, foram analisadas as informações relativas ao acesso à energia elétrica, assim como o consumo de energia pela população estudada. O acesso à energia é uma necessidade que une crescimento econômico, desenvolvimento humano e sustentabilidade ambiental. Segundo estudo desenvolvido pela IEA (2017), a adoção do Objetivo 7, eleva a um novo nível de reconhecimento político para o papel central da energia no desenvolvimento.

A relação dos 17 Objetivos, as Metas e Indicadores declarados pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável estão expostos no Quadro 2. Deve-se ressaltar, no entanto, que apenas foram inseridas as metas e indicadores relativos aos Objetivos que serão tratados nesse trabalho, sendo que o quadro detalhado com os Objetivos e indicadores pode ser encontrado em: <<https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>>.

Quadro 2 - Objetivos, Metas e Indicadores dos ODS

Objetivos e Metas	Indicadores
Objetivo 1 - Acabar com a pobreza em todas as suas formas em todos os lugares	
<b>Objetivo 2</b> - Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável	
2.1 Até 2030, acabar com a fome e assegurar o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e as pessoas em situação vulnerável, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano.	2.1.1 Prevalência de subnutrição, 2.1.2 Prevalência de insegurança alimentar moderada ou grave na população, com base na Escala de Experiências em Insegurança Alimentar (FIES)
2.3 Até 2030, dobrar a produtividade agrícola e a renda de pequenos produtores de alimentos, em particular mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, pescadores e pescadores, inclusive através de acesso seguro e igual à terra, outros recursos produtivos e insumos, conhecimento, serviços financeiros, mercados e oportunidades de agregação de valor e emprego não agrícola	2.3.1 Volume de produção por unidade de trabalho, discriminado por tamanho e tipo de exploração (agrícola / pecuária / florestal) <i>Comentário: Para esse indicador foi possível obter o Volume de produção agrícola e pesca nos municípios.</i>
2.4 Até 2030, garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes que aumentem a produtividade e a produção, contribuam para a manutenção dos ecossistemas, fortaleçam a capacidade de adaptação à mudança climática, eventos climáticos extremos, secas, inundações e outros desastres, e melhorar progressivamente a qualidade da terra e do solo	2.4.1 Proporção da área agrícola em que a agricultura produtiva e sustentável é praticada <i>Comentário: Para esse indicador foi possível obter a área apenas para o município de Cunha.</i>

Continuação do Quadro 2	
Objetivo 3 - Garantir uma vida saudável e promover o bem-estar de todos em todas as idades	
Objetivo 4 - Garantir uma educação de qualidade inclusiva e equitativa e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos	
<b>Objetivo 5 - Alcançar a igualdade de gênero e capacitar todas as mulheres e meninas</b>	
<b>Índice criado - Sugestão</b>	5.7.1 Proporção de mulheres e meninas que trabalham na agricultura
5.7 Até 2030, garantir a segurança física e profissional das mulheres e meninas que trabalham nos setores agrícolas	
<b>Objetivo 6 - Garantir a disponibilidade e gestão sustentável de água e saneamento para todos</b>	
6.1 Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável a um preço acessível para todos	6.1.1 Proporção da população que utiliza serviços de abastecimento de água potável gerenciados sem riscos
6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição, eliminando o despejo e minimizando a emissão de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo pela metade a porcentagem de águas residuais não tratadas e aumentando significativamente a reciclagem e a reutilização sem riscos a nível mundial	6.3.1 Proporção de efluentes tratados adequadamente
<b>Objetivo 7 - Garantir acesso à energia confiável, sustentável e moderna a preço acessível para todos</b>	
7.1 Até 2030, assegurar o acesso universal a serviços energéticos acessíveis, confiáveis e modernos	7.1.1 Proporção da população que tem acesso à eletricidade
Objetivo 8 - Promover um crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo e trabalho decente para todos	
Objetivo 9 - Construir uma infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável e promover a inovação	
Objetivo 10 - Reduzir a desigualdade nos e entre os países	
Objetivo 11 - Tornar cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis	
Objetivo 12 - Assegurar padrões sustentáveis de consumo e produção	
Objetivo 13 - Adotar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus efeitos	
Objetivo 14 - Conservar e usar de forma sustentável oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável	
Objetivo 15 - Proteger, restaurar e promover o uso sustentável de ecossistemas terrestres, manejar florestas de maneira sustentável, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade	
Objetivo 16 - Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, facilitar o acesso à justiça para todos e construir, em todos os níveis, instituições eficazes e inclusivas que sejam responsáveis	
Objetivo 17 - Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a Parceria Global para o Desenvolvimento Sustentável	

Fonte: Autoria própria, a partir de (SDG, 2018).

Essa análise e resultados pretendem oferecer aos agentes tomadores de decisão dos municípios (os quais têm sido incentivados a agirem com autonomia para atuarem segundo os ODS) uma ferramenta que sinalize oportunidades de ações positivas para as cidades, de forma

a estimular o uso consciente de água e energia na produção de alimentos, bem como compreender a inter-relação entre esses usos.

## 2 A FORMAÇÃO DAS CIDADES: DA OCUPAÇÃO AOS INTERESSES E NECESSIDADES DAS CIDADES

A estrutura e a organização de um território são o substrato que condiciona e sobre o qual atuam as políticas públicas e os agentes sociais e econômicos que compõem a sociedade (BRASIL, 2008). As áreas urbanas representam mais de 70% do consumo global de energia e água, apresentando os mais elevados índices de emissões de CO<sub>2</sub> (ONU, 2015).

Para os temas urbanos, a *ONU-Habitat* objetivou definir uma “Nova Agenda Urbana” para orientar o planejamento integrado das cidades de tal modo que estas sejam mais inclusivas, conectadas, compactas e integradas. Para tanto, é necessário investigar, identificar e propor planejamentos que possam subsidiar políticas públicas (EQUADOR, 2016). Segundo IEA (2017), o “Acordo de Paris”<sup>6</sup> assume o compromisso contínuo com o desenvolvimento de um mundo mais sustentável para tornar realidade os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.

Quando se trata de medir os impactos da ação humana sobre o meio ambiente, a Pegada Ecológica é o indicador mais conhecido. Conhecidas também por pegadas ambientais, elas medem o uso de recursos ou as emissões, ou ambos. No primeiro caso, eles representam a quantidade de recursos utilizados para produzir os bens e serviços que as sociedades humanas consomem (ou desperdiçam) e, no segundo caso, respondem pela quantidade de poluentes emitidos para o meio ambiente devido às atividades de produção e consumo humano. Conforme descrito por Fang et al. (2016), os outros três indicadores dessa família, a pegada hídrica, a pegada energética e a pegada de carbono, se complementam, o que possibilita uma análise dos múltiplos aspectos das ações humanas sobre o meio ambiente. Estes são indicadores para avaliar a necessidade de água e energia baseada no consumo e qual a quantidade de emissão de carbono é transferida para a atmosfera.

Segundo Vanham et al. (2019), todas as pegadas tentam capturar, de diferentes formas, as pressões do consumo humano sobre os recursos naturais. Entretanto, é importante destacar que nem tudo pode ser capturado por esses indicadores. É possível mapear apenas a utilização direta dos recursos naturais. Por sua vez, os recursos indiretos que são oferecidos pela natureza,

---

<sup>6</sup> O “Acordo de Paris” ocorreu durante a 21ª Conferência das Partes (COP21), aprovado pelos 195 países parte da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (em inglês, *United Nations Framework Convention on Climate Change* ou UNFCCC) para reduzir emissões de gases de efeito estufa (GEE) no contexto do desenvolvimento sustentável.

como os serviços ecossistêmicos ou os valores de opção de usos futuros dos recursos naturais, não podem ser mapeados.

- **Pegada Ecológica** - Mede os impactos da ação humana sobre a natureza, analisando a quantidade de área bioprodutiva necessária para suprir a demanda das pessoas por recursos naturais e para a absorção do carbono.
- **Pegada Hídrica** - Mede os impactos que as atividades humanas causam na hidrosfera, monitorando os fluxos de água reais e ocultos.
- **Pegada Energética** - Mede a quantidade de recursos naturais, transformados em energia, que são utilizados para manter o estilo de vida apresentado.

E ainda deve-se considerar a:

- **Pegada de Carbono** - Mede os impactos da humanidade sobre a biosfera, quantificando os efeitos da utilização de recursos sobre o clima.

Os três recursos água, alimento e energia estão intrinsecamente conectados e, assim sendo, há necessidade de desenvolver ferramentas de avaliação que considerem suas interdependências. A matriz representada pela Figura 4 apresenta o quanto que os recursos água-alimento-energia se interconectam e qual o impacto de um recurso sobre o outro.

Figura 4 - Matriz de interconexão e impacto dos recursos água-alimento-energia

	Água	Alimento	Energia
Água	X	Qual é o impacto do alimento na água? (Nexo alimento-água)	Qual é o impacto da energia na água? (Nexo energia-água)
Alimento	Qual é o impacto da água no alimento? (Pegada hídrica)	X	Qual é o impacto da energia no alimento? (Nexo energia-alimento)
Energia	Qual é o impacto da água na energia? (Pegada energética)	Qual é o impacto do alimento na energia? (Produção de Biocombustíveis)	X

Fonte: Autoria própria

Essa análise é necessária para avaliar simultaneamente o impacto de cada recurso em relação ao outro, à medida que um setor de recurso é utilizado. O alimento é o recurso que possibilita investigações do consumo da água e energia para sua produção. De acordo com o relatório da conferência de Bonn (ONU, 2011), as definições de água, energia e segurança alimentar são: a) segurança da água: acesso à água potável e saneamento; b) segurança

energética: acesso a serviços energéticos limpos, confiáveis e acessíveis para cozinhar e aquecer, iluminar, comunicações e usos produtivos; c) segurança alimentar: disponibilidade e acesso a alimentos suficientes, seguros e nutritivos para atender às necessidades alimentares e preferências alimentares por uma vida ativa e saudável.

Destacando as inter-relações entre água, energia e os sistemas alimentares está a abordagem do nexo, o qual busca identificar as sinergias mútuas e se ocorre o tão necessário compromisso entre os setores. A utilização racional de recursos, atendendo à demanda de cada setor, mantém a sustentabilidade ambiental e econômica, sendo este o principal objetivo da abordagem do nexo água-alimento-energia.

Diversos bens consumidos pelos habitantes de uma região ou país são produzidos em outras regiões ou países. Isso também acontece numa escala menor, entre municípios. O mesmo ocorre com a contabilidade para os índices relacionados ao alimento. Entretanto, se a produção de determinados bens está fora da região de consumo, os indicadores podem significar que a necessidade de água, alimento e energia de uma população pode ser maior do que os indicadores nacionais, estaduais ou municipais sugerem e, para isso, as investigações e pesquisas pontuais, locais e regionais são necessárias.

Os fluxos de materiais e energia em áreas urbanas são transformados, exportados e retornados ao meio ambiente pela própria cidade, pelas cidades do entorno e até mesmo por outras fontes, o que nem sempre é possível identificar a exata localização, e assim, não permitindo a compreensão de como se dá o metabolismo de uma cidade. Segundo Walker et al. (2014), a forma como esses fluxos são transformados e retornados ao meio ambiente pela cidade é importante para abordar questões de sustentabilidade e o efeito do comportamento humano sobre o metabolismo da cidade.

Ao investigar a rede urbana e de influências entre o município de Cunha e os municípios vizinhos, esta pesquisa buscou compreender o planejamento e as decisões quanto à localização das atividades econômicas de produção de alimento, consumo de água e energia para a produção de alimento, bem como prover ferramentas para o conhecimento das relações sociais vigentes relacionadas aos ODS e, entre tais localidades e dos padrões espaciais que delas emergem, no contexto do nexo AAE.

## 2.1 O METABOLISMO DAS CIDADES

Analisar e compreender os setores socioeconômicos que atuam na malha da cidade envolve estudos dos fluxos e do nexo água-alimento-energia que circulam, são transformados na própria cidade, saem dela para as cidades vizinhas ou para outras regiões, e ainda podem

retornar ao ponto de origem, o que consiste numa investigação que aborda o conceito do metabolismo urbano. Walker et al. (2014) afirmam que esses fluxos de entrada e saída determinam de que forma a cidade interage com outros sistemas e o meio ambiente, fornecendo uma indicação de como os recursos são usados e depois descartados sob a forma de resíduos e emissões. Além disso, segundo Odum (1970), nas partes do sistema que envolvem o intercâmbio humano existem tipos especiais de troca de informações, como a linguagem humana e, unidades especiais de intercâmbio econômico. Um estudo da natureza e do homem é, portanto, um estudo de sistemas, sendo que uma visão geral do mundo sobre os sistemas é possível e preferível na orientação e educação do homem.

O metabolismo das cidades foi retratado por Karl Marx em 1883, que o utilizou para descrever as trocas de energia e material entre natureza e sociedade no período da industrialização (MARX, 1981). O mesmo conceito foi utilizado por Wolman (1965), buscando respostas sistemáticas à situação da poluição do ar e da água nas cidades americanas, apresentando um ponto de vista pioneiro ao descrever uma cidade como um organismo vivo, com recursos naturais, insumos, estoques e materiais. Para Georgescu-Roegen (1970), se a economia pega recursos de qualidade de uma fonte natural e despeja resíduos sem qualidade de volta para a natureza, então não é possível tratar a economia como um ciclo fechado e isolado da natureza. Mesmo num nível físico básico, há sempre algum tipo de mudança qualitativa, qual seja a transformação de energia “útil” em energia “inútil”. Igualmente, o metabolismo social foi descrito por Rozo (2013) como uma perspectiva teórica e metodológica que busca analisar os fluxos de energia e matéria que se inter-relacionam entre a sociedade e a natureza.

Os problemas enfrentados pelos atuais modelos de funcionamento das cidades, modelos identificados como processos metabólicos ou metabolismo linear, com grande produção de resíduos e poluição, funcionando como elementos isolados, exigem um elevado processamento de energia. Deste modo, o desafio das cidades atuais está na transformação do seu processo metabólico linear para circular, no qual o elemento chave é o ciclo, na troca e nas transformações dos recursos.

Estudos de Gomes (2018) evidenciaram que o ciclo funciona como princípio ecológico da natureza, visto que os organismos se alimentam de matérias e energia, que por sua vez produzem resíduos; no entanto, os resíduos de uma espécie são os alimentos de outra, e desta maneira, a matéria circula continuamente. Da mesma forma, Kennedy, Cuddihy e Engel-yan (2007) ressaltaram que o ajustamento das bases tecnológicas e materiais das cidades podem fundir-se alternativamente em modelos de metabolismo urbano, com uma representação

ecossistêmica das cidades, composta por movimentos interativos de circulação, troca e transformação de recursos.

Brunner e Rechberger (2013) investigaram os processos metabólicos com o objetivo de estabelecer uma aplicação da análise de fluxo de material (MFA)<sup>7</sup> para o gerenciamento ambiental, de recursos, de resíduos e da qualidade da água. Através do balanceamento de entradas e saídas, os fluxos de resíduos e cargas ambientais tornam-se visíveis e suas fontes podem ser identificadas. O MFA é frequentemente associado à análise de energia, economia e planejamento urbano.

Ferrão e Fernández (2013) enfatizaram que a urbanização e a globalização moldaram os últimos cem anos. Essas duas tendências dominantes se reforçam mutuamente: a globalização conecta os países através das comunicações em rede dos centros urbanos. A população urbana gera mais de 80% do PIB global. As cidades são responsáveis por enormes fluxos de energia e materiais, ou seja, entrada de bens e serviços e saída de resíduos. Assim, a gestão ambiental urbana afeta criticamente a sustentabilidade global.

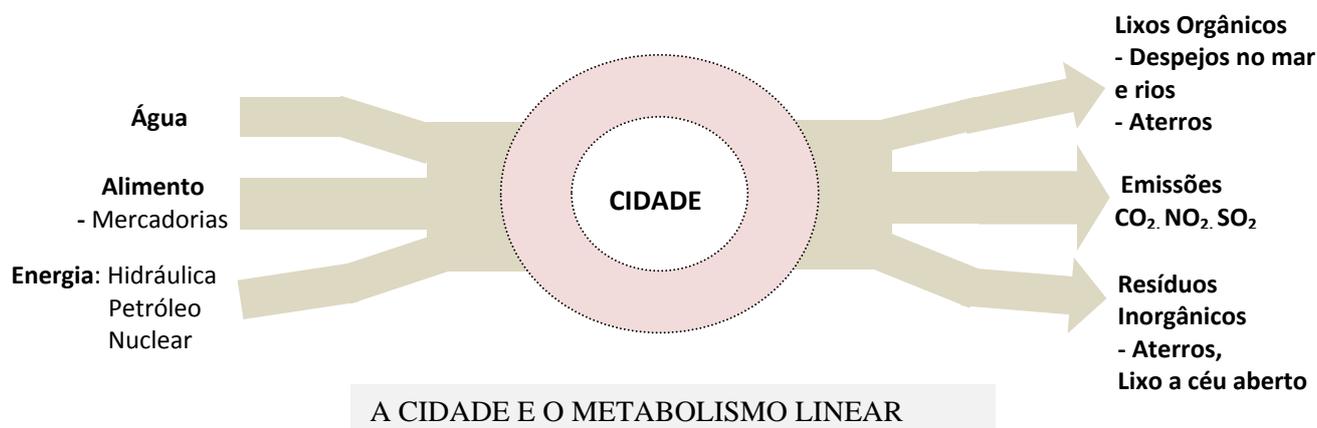
Embora as cidades ocupem apenas cerca de 2% da superfície da Terra, verifica-se que estas consomem aproximadamente 80% dos seus recursos (TRAVALINE, 2008). Dessa forma, importando, exportando e transformando grandes quantidades de recursos como a água, alimento e energia para satisfazerem a população urbana. Nesse contexto, considera-se a necessidade de deslocamentos, e para isso, a utilização de energia primária como o combustível fóssil para os transportes; principalmente de alimentos, mas também de água; entre as cidades, através de algum tipo de veículo motor, em sua maioria caminhões, assim como, o uso de energia na refrigeração para a conservação dos alimentos.

O metabolismo das cidades pode ser linear ou circular. No metabolismo linear, as cidades consomem e poluem em maior volume. Conseqüentemente, ocorre o aumento da quantidade de resíduos produzidos, originando graves problemas ambientais e ecológicos e comprometendo a qualidade de vida das populações. A Figura 5 é uma representação esquemática de uma cidade com metabolismo linear. Pode-se observar que no metabolismo linear não há a reciclagem dos resíduos, desta forma, fica mantido o maior acúmulo de lixo produzido dentro da cidade, ou ainda podem ser transportados para outras cidade e regiões, neste caso, apenas transferindo o problema para outra localidade.

---

<sup>7</sup> A análise de fluxo de material, em inglês *Material Flow Analysis*, (MFA) é uma avaliação sistemática dos fluxos e estoques de materiais dentro de um sistema definido no espaço e no tempo.

Figura 5 - A cidade e o metabolismo linear

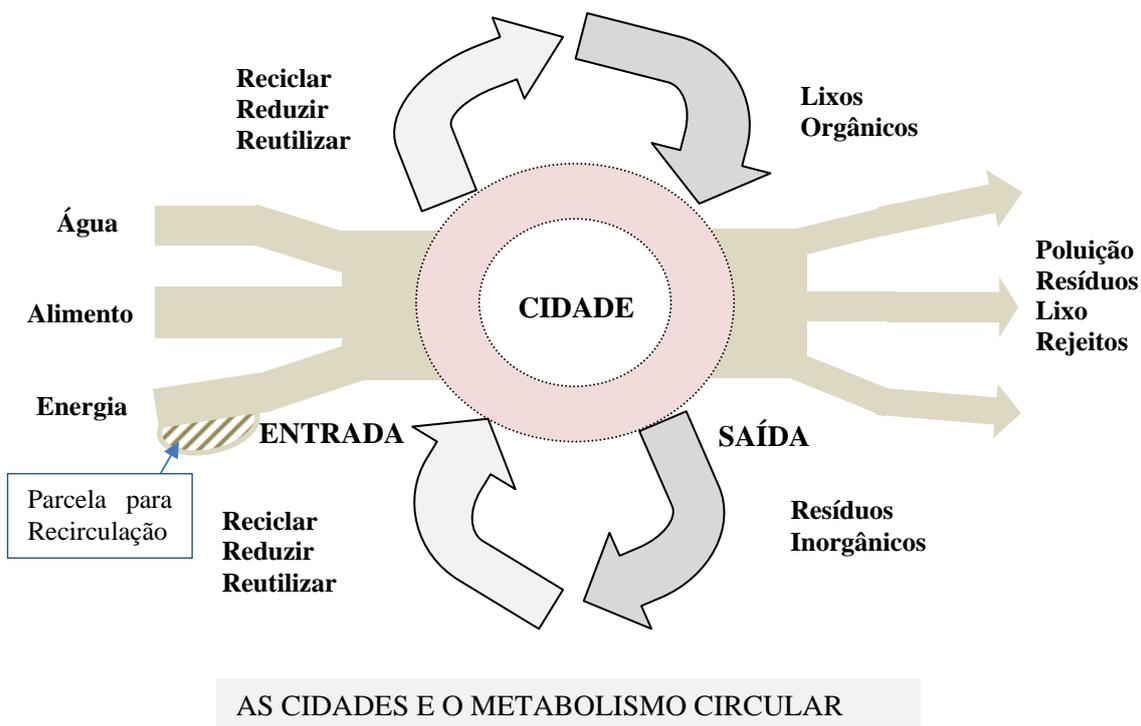


Fonte: Autoria própria, a partir de (ODUM, 1970).

No metabolismo circular, está presente uma melhor percepção do mundo com ações mais coerentes, a entrada de recursos naturais e materiais é minimizada e a produção de resíduos é reduzida, principalmente pela ação da reciclagem, reuso e reutilização dos materiais, ocorrendo a menor apropriação de recursos na entrada e, portanto, a geração dos efeitos metabólicos de saída é minimizada. Para Odum (1970), uma vez que as decisões sobre esses assuntos na arena dos assuntos públicos são, em última análise, feitas de acordo com as crenças dos cidadãos, são os cidadãos que devem, de alguma forma, incluir a energia dos sistemas em sua educação. A Figura 6 apresenta um esquema de uma cidade com metabolismo circular.

Nesse contexto, o metabolismo social nas cidades permite compreender o papel da sociedade na transformação do sistema natural através das diferentes intervenções, as quais provocam os fluxos de energia e materiais. Nesse comprometimento, segundo Rozo (2013), os grupos sociais se apropriam de recursos disponíveis no sistema natural para desenvolvimento e reprodução de suas dinâmicas internas (nível individual) e externas (nível coletivo). O ser humano, representado pelos grupos sociais, é também ator ativo do sistema; dessa forma, é necessário compreender esses processos para definir políticas públicas que respondam positivamente às realidades de cada localidade. Os sistemas ecológicos ensinam como reduzir desperdícios e aproveitar ao máximo os fluxos de energia.

Figura 6 - A cidade e o metabolismo circular



Fonte: Autoria própria, a partir de (ODUM, 1970).

## 2.2 USO E DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS ÁGUA, ALIMENTO E ENERGIA

Os recursos hídricos possuem uma extensa variedade de funções e usos, permeando desde a integridade dos ecossistemas terrestres ao uso para consumo humano. Nesse trajeto, passando da produção de alimentos, à geração de energia elétrica, e ainda o uso de processos produtivos como insumo, ou como local para descarte e diluição de efluentes domésticos e industriais (BRASIL, 2018g).

### 2.2.1 A disponibilidade hídrica e o consumo

A investigação dos recursos hídricos disponíveis e seus usos, tanto nos mananciais de superfície quanto nos mananciais de subsuperfície, representa uma valiosa informação para os diversos setores da sociedade. Segundo BRASIL (2011), a população urbana do Brasil será de 196 milhões de habitantes em 2025, sendo que o estado de São Paulo que é o mais populoso e com o maior dinamismo econômico do país, com 645 municípios, concentra 24% dessa demanda urbana de água estimada para o país. O Estado está inserido em duas das grandes Regiões Hidrográficas brasileiras, as bacias do Paraná e do Atlântico Sudeste, local que reuniu, em 2019, 45 milhões de habitantes.

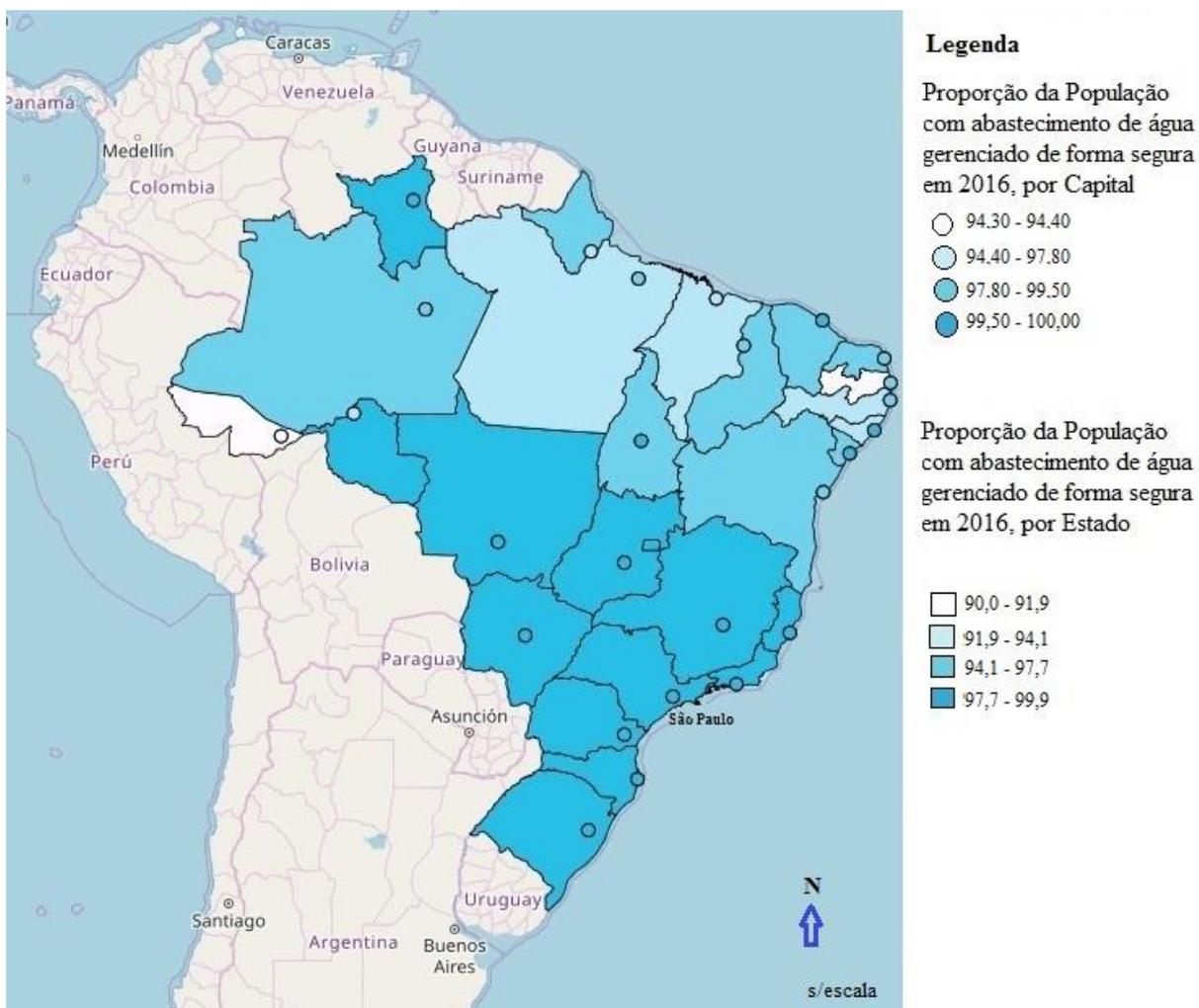
O Brasil apresenta, na maior parte do seu território, condições altamente favoráveis ao desenvolvimento da vida e ao ciclo de renovabilidade dos seus potenciais de água doce –

superficial e subterrânea - com alto índice pluviométrico (entre 1000 e 3000 mm/ano) sobre 90% do território (BRASIL, 2019). Conforme a Agência Nacional de Água (ANA), as disponibilidades de água subterrânea são de boa qualidade para consumo e avaliadas em quantidade abundante (estimativa de 5.000 m<sup>3</sup>/habitante/ano), em que pese este recurso hídrico não estar distribuído de forma equilibrada nas várias regiões (BRASIL, 2016a). O país possui 12% das reservas de água doce disponíveis no mundo, sendo que a Bacia Amazônica concentra 70% desse volume, o restante é distribuído desigualmente para atender a toda população brasileira. O Nordeste conta com menos de 5% das reservas e grande parte da água é subterrânea, com teor de sal acima do limite aceitável para o consumo humano (BRASIL, 2016b). A Figura 7 exibe o mapa do Brasil com as divisões das Unidades Federativas (UF) e a proporção da população que utiliza serviços de água potável gerenciados de forma segura.

Para a análise da Figura 7, proporção da população brasileira com abastecimento de água, segundo o IBGE (BRASIL, 2018d), o indicador é definido como a proporção da população que utiliza formas de abastecimento de água que reúnam simultaneamente as seguintes características: abastecida por fontes aprimoradas de água (o que inclui rede geral, poços artesianos, poços rasos protegidos, nascentes protegidas ou água de chuva armazenada); localizada no domicílio ou no terreno do domicílio; disponível quando necessário e; livre de contaminação fecal ou química.

Nessa situação, e quando relacionado ao nexo água-alimento-energia, pode-se observar que o Norte e o Nordeste do país são as localidades com o menor índice nos indicadores apresentados para a utilização de serviços de água potável gerenciados de forma segura, fato que desfavorece a saúde da população e desequilibra a produção de alimento, ainda que nessas regiões estejam localizadas as maiores hidrelétricas geradoras de energia do país. A Empresa de Pesquisa Energética (BRASIL, 2017d) relatou que no Brasil há diversas usinas hidrelétricas, porém as cinco usinas com maior potência instalada são, em ordem decrescente de capacidade: Usina Hidrelétrica de Itaipu, 14.000 MW (Paraná), Usina Hidrelétrica de Belo Monte, 11.233,1 MW (Pará), Usina Hidrelétrica de Tucuruí I e II, 8.370 MW (Pará), Usina Hidrelétrica São Luiz do Tapajós, 8.040 MW (Pará), esta última em estudo e, Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, 3.568 MW (Rondônia).

Figura 7 - A população brasileira e o abastecimento de água - em proporção



Fonte: Autoria própria, a partir de IBGE (BRASIL, 2018d).

IEA (2017) apresentou dados de acesso à fonte de água melhorada com progressos para o ano de 1990, quando o percentual para o Brasil urbano era de 96%, passando para 100% dos domicílios em 2016. Entretanto, segundo Reymão e Saber (2015), é na região Nordeste do Brasil onde ocorre reduzido acesso à água, ainda que, para esse fato deve-se considerar também os elevados índices de perda dos sistemas de distribuição, indicando sérios problemas de gestão dos recursos hídricos. Os mesmos autores compararam a situação com a região da bacia do Paraíba do Sul, afirmando que nessa região, o motivo de preocupação em relação à disponibilidade de água está no crescente desenvolvimento. Segundo AGEVAP (2013), o uso múltiplo das águas do rio Paraíba do Sul caracteriza-se, fundamentalmente, no atendimento da produção de energia elétrica, no controle de cheias, e na demanda de abastecimento humano e agropecuário, bem como para fins industriais e de mineração.

Conforme BRASIL (2010b) para o cálculo de “demanda urbana atendida”, são utilizadas as informações correspondentes à população urbana atendida por rede geral e as retiradas

médias de água por habitante, esses dados são obtidos a partir da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), do Censo Demográfico do IBGE e da Agência Nacional de Águas (BRASIL, 2010a; BRASIL, 2016a). Para a demanda rural houve uma variação de 70 a 120 L/hab./dia. Foram fixados limites mínimos e máximos de retiradas estabelecidos em função da faixa populacional urbana, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 - Retiradas médias de água por habitante e por faixa populacional.

Faixa Populacional	Retiradas de água (L/habitante/dia)	
	Mínimo	Máximo
< 10.000	120	320
10.000 -100.000	150	340
100.000 – 500.000	180	360
> 500.000	200	380

Fonte: BRASIL (2016a).

Em relação à produção e uso da água no Brasil, o País está elaborando a Conta Ambiental da Água, projeto empreendido pelo Grupo Interministerial das Contas da Água no Brasil, envolvendo técnicos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e da Agência Nacional de Águas (ANA), além do apoio da Agência Internacional de Cooperação Alemã para o Desenvolvimento Sustentável (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ GmbH) (BRASIL, 2018b).

Brasil (2016a) relatou que o diagnóstico e planejamento nas áreas de recursos hídricos e saneamento, realizado pela Agência Nacional de Água, tem foco na garantia da oferta de água para o abastecimento das sedes urbanas em todo o País. Os dados disponibilizados abrangem as instâncias federal, estadual e municipal e, ao mesmo tempo, quando considerados os mananciais e sistemas existentes para consumo hídrico, a integração entre a gestão do uso da água e o abastecimento urbano. Entretanto, com base em informações do IBGE, o Plano Nacional de Saneamento Básico (PNSB) relatou que existem municípios brasileiros com inexistência de adutora de água tratada (BRASIL, 2018d).

A Tabela 2 apresenta uma síntese do consumo hídrico por regiões geográficas brasileiras e para os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, onde os municípios trabalhados nesta pesquisa estão inseridos.

Tabela 2 - Síntese dos dados de vazão consumida por regiões geográficas brasileiras e para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro (2018)

Região Geográfica/Estado	Total de Municípios Estudados	Vazão Consumida 2015 (m <sup>3</sup> /s)	MANANCIAIS E SISTEMAS		Sistema Integrado
			Sistema Isolado Manancial superficial/misto	Manancial subterrâneo	
Centro-Oeste	466	39,3	280	176	8
Nordeste	1.794	136,2	685	573	517
Norte	449	45,1	180	263	5
Sudeste	1.668	274,6	1.023	490	149
Sul	1.188	75,0	487	571	116
Brasil	5.565	570,2	2.655	2.073	795
<b>ESTADOS</b>					
São Paulo	645	141,2	250	320	71
Rio de Janeiro	92	72,5	59	1	30

Fonte: Autoria própria, a partir de BEN (BRASIL, 2018a).

Conforme as informações expostas na Tabela 2, a vazão consumida para a região Sudeste foi de 274,6 m<sup>3</sup>/s, 21% do total para o Brasil, sendo que o Estado de São Paulo com 141,2 m<sup>3</sup>/s (51%) e o Estado do Rio de Janeiro com 72,5 m<sup>3</sup>/s (26%) de vazão consumida registrada para a região Sudeste e, está no Centro-Oeste a menor vazão consumida brasileira 39,3 m<sup>3</sup>/s, seguido pela região Norte com 45,1 m<sup>3</sup>/s. Sendo que, as retiradas médias por habitante/dia podem ser observadas na Tabela 1.

Uma grande prioridade para a região da América Latina e do Caribe é construir a capacidade institucional formal para gerenciar os recursos hídricos e levar a integração sustentável da gestão e uso dos recursos hídricos ao desenvolvimento socioeconômico e à redução da pobreza. Outra prioridade é garantir a plena realização do direito humano à água e ao saneamento no contexto da agenda dos ODS (WWAP, 2015).

Nesse contexto encontra-se a utilização da água para a produção de alimento. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), Brasil (2017f), a irrigação é o maior uso da água no Brasil e no mundo. Quando se refere à utilização das águas para a irrigação é importante considerar as análises das chuvas e das vazões dos rios, as quais são geralmente realizadas tomando como referência o ano hidrológico, que é a janela de 12 meses compreendida entre o início do período úmido e o fim do período seco. O período entre outubro e setembro consegue caracterizar bem o período chuvoso e de vazões altas na maioria das bacias brasileiras, sendo considerado o ano hidrológico médio do Brasil.

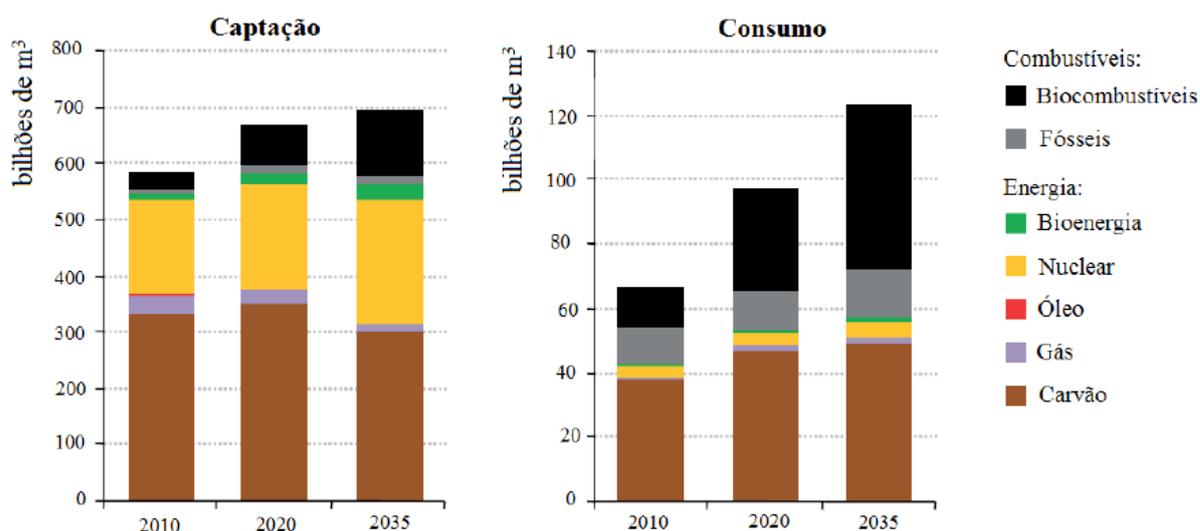
### 2.2.2 A água no setor energético

As questões críticas nos assuntos públicos e políticos da sociedade humana, em última instância, têm uma base energética, e o crescente número de demandas energéticas urgentes afere as mudanças aceleradas no sistema que o homem está inserido. Os programas de ações

necessárias em questões públicas, como controle de natalidade, propriedade da terra, homem no espaço, custos de prevenção de guerra, energia nuclear, zoneamento do espaço terrestre, manutenção médica humana e economia mundial devem ser limitados e enquadrados no orçamento energético global para um sistema bem-sucedido da natureza (ODUM; ODUM, 2001). Estas são questões imediatas e constantes, não se deve esperar por uma emergência.

O conhecimento e a análise do papel que as energias renováveis podem desempenhar no contexto do nexo água-alimento-energia são limitados e, muitas vezes, separados das principais discussões do nexo (IRENA, 2015). Os dados da IEA (2017) estimaram que a captação global de água doce para a geração de energia em 2010 foi de 583 bilhões de metros cúbicos, aproximadamente 15% da captação total de água do mundo, conforme Figura 8.

Figura 8 - Captação e consumo de água no setor energético mundial por tipo de geração de energia e combustível para o cenário futuro e novas políticas



Fonte: IEA (2017).

Para se obter eletricidade, a energia em suas diversas formas deve ser transformada e, na maioria dessas transformações, a água exerce papel de destaque. Conforme dados de IEA (2017), no ano de 2010, o setor de carvão foi o que mais captou e consumiu água em relação às outras fontes, com a tendência de que o uso de água para produção de biocombustíveis aumente bastante, em valores totais, devido ao crescimento de sua produção. Essa relação demonstra que o aumento do uso de água ocorrerá mesmo em cenários que antecipem mudanças das políticas de incentivo à redução de consumo de recursos hídricos no setor energético. Isso poderá pressionar o uso desse recurso, o que ainda poderá causar conflitos entre países ou entre setores.

Ainda que tradicionalmente a energia hidrelétrica seja conhecida pelo uso de água na sua produção, outras fontes de energia também se destacam na dependência da água. Segundo

dados da IEA (2012), os biocombustíveis produzidos a partir de grãos são as fontes de energia que mais consomem água, destacando-se o etanol de milho e de cana-de-açúcar e o biodiesel de soja. Nesse caso, a quantidade e uso da água dependem do sistema de produção dos grãos, para cada região. O maior consumo de água doce é, principalmente, para os sistemas irrigados, enquanto que para as culturas não irrigadas, nas quais apenas a água é necessária para a etapa industrial de fabricação do biocombustível os valores são menores. Quando utilizada a irrigação, esses combustíveis podem demandar a captação de até 1.000 m<sup>3</sup> de água por tonelada equivalente de petróleo, representando valores consideráveis.

Em um patamar inferior, mas ainda importante de água de produção - água que necessita de tratamento com regulamentações, estão alguns combustíveis fósseis, como o carvão, os óleos refinados e o gás de xisto, com captação de até 1 m<sup>3</sup> de água por tonelada equivalente de petróleo (IEA, 2017). Entretanto, são fontes de energia que ao serem consumidas causam outros impactos ao meio ambiente, mesmo com uma demanda menor por água, promovem o aumento de emissões causadoras do efeito estufa e poluição do ar das áreas urbanas e rurais. Conforme dados da FAO (2017), a água é utilizada ao longo de toda a cadeia de abastecimento agrícola, florestal e pesqueira, e é utilizada para produzir ou transportar as diferentes formas de energia.

A Agência Internacional de Energia apresentou dados com os principais usos de água para a geração de energia e os potenciais impactos relacionados à qualidade da água (IEA, 2017). A Tabela 3 expõe tais informações.

A Tabela 3 apresenta informações que deixam clara a inter-relação entre água e energia, relação que também ocorre com a geração de energia nas hidrelétricas, pois a quantidade de água disponível interfere diretamente na quantidade de energia elétrica gerada. Contudo, como a qualidade da água utilizada não interfere diretamente na produção de energia, muitas vezes, esse dado é desconsiderado.

Tabela 3 - Principais usos de água para a geração de energia e os potenciais impactos na qualidade da água

	Usos	Potenciais impactos na qualidade da água
<b>PRODUÇÃO DE ENERGIA PRIMÁRIA</b>		
<b>Óleo e gás</b>	Perfuração, acabamento de poços e da fraturação hidráulica. Injeção para o reservatório secundário e recuperação de óleo aprimorada. Mineração de areias petrolíferas e recuperação <i>in situ</i> . <i>Upgrading</i> e refino para produtos.	Contaminação por rejeitos infiltrados, fluidos de fraturamento, fluxo de retorno ou água produzida (superficial e subterrânea).
<b>Carvão</b>	Supressão de poeira em mineração e transporte. Lavagem para melhorar a qualidade do carvão. Reflorestamento da superfície de áreas de mineração. Transporte de longa distância via lama de carvão.	Contaminação por rejeitos infiltrados, drenagem da mina ou da água produzida (superficial e subterrânea).
<b>Biocombustíveis</b>	Irrigação para o crescimento dos cultivos agrícolas. Moagem úmida, lavagem e arrefecimento no processo de conversão de combustível.	Contaminação por escoamento superficial contendo fertilizantes, pesticidas e sedimentos (superficiais e subterrâneos). Efluentes produzidos no refino.
<b>GERAÇÃO DE ENERGIA Térmica (combustível fóssil, nuclear e bioenergia)</b>	Alimentação de caldeiras, ou seja, a água utilizada para gerar vapor ou água quente. Arrefecimento por vapor condensado. Purificação de poluentes utilizando equipamentos de controle de emissões.	Poluição térmica pela água de descarga do arrefecimento (água de superfície). Impactos nos ecossistemas aquáticos. Emissões atmosféricas que poluem a água na direção do vento (água de superfície). Descarga de purga de caldeiras, ou seja, da alimentação da caldeira que contém sólidos em suspensão.
<b>Concentração de energia solar e geotérmica</b>	Fluidos dos sistemas ou de alimentação da caldeira, ou seja, a água utilizada para gerar vapor ou água quente. Arrefecimento por vapor condensado.	Poluição térmica por descarga de água do arrefecimento (água de superfície). Impacto nos ecossistemas aquáticos.
<b>Energia hídrica</b>	Geração da eletricidade. Armazenamento em um reservatório (para operar usinas hidrelétricas ou para armazenamento de energia).	Alteração de temperatura da água, fluxo de volume/tempo e dos ecossistemas aquáticos. Perdas por evaporação do reservatório.

Fonte: IEA (2012).

O Brasil dispõe de uma matriz elétrica com destaque para a fonte hídrica que segundo Balanço Energético Nacional, responde por 65,2% da oferta interna (BRASIL, 2018a). A matriz elétrica brasileira se utiliza majoritariamente do recurso hídrico como fonte primária, transformado em hidroeletricidade (BRASIL, 2017d). Para a hidroeletricidade, a energia potencial gravitacional contida na água armazenada a certa altura de queda é convertida em

energia cinética, a qual, por sua vez, é convertida em energia elétrica, envolvendo questões como gerenciamento de reservatórios e usos múltiplos.

Poulon e Martins Neto (2000) afirmaram que a primeira utilização de energia hidrelétrica no Brasil ocorreu em 1883, quando foi instalada, em Diamantina (MG), uma pequena usina com a finalidade de movimentar duas bombas de desmonte hidráulico, sendo que uma linha de transmissão de 2 km levava a energia produzida para as máquinas.

O Balanço Energético Nacional (BEN), Brasil (2018a), relatou que a potência suprida Elétrica Hidráulica no Brasil, em 2017, foi de 35,2 GW, térmica foi de 9,0 GW e Nuclear foi de 1,3 GW, totalizando 45 GW de potência suprida. Conforme EPE, o País possuía 89,2 GW de capacidade instalada<sup>8</sup> de geração hidrelétrica (BRASIL, 2017d). Na Figura 9 é possível comparar as diferentes fontes de geração elétrica no Brasil.

Prevê-se uma transição, em que o consumo global de energia cresça aproximadamente 50% até 2035 (IEA, 2017), para a qual a ONU (2015) admite necessidades de mudanças fundamentais nos estilos de vida desejados, valores e tecnologia. No entanto, mesmo sob essas suposições, muitas décadas serão necessárias para realinhar a atividade humana com um ambiente saudável, tornar a pobreza obsoleta e amenizar as fissuras profundas que dividem pessoas. Apesar disso, é possível uma transição planetária para um futuro humano, justo e ecológico.

Pode-se observar na Figura 9 que permanece na hidrelétrica a maior capacidade de geração elétrica instalada no Brasil (89.200 MW), ou seja, um destaque no uso dos recursos hídricos para a geração de energia elétrica, configurando o nexos água-energia. Desta forma, fica clara a importância da água para garantir a disponibilidade de energia elétrica no Brasil. Contudo, vale ressaltar que, na geração hidroelétrica não há o consumo de água. Por outro lado, a otimização do uso do recurso hídrico para a geração de eletricidade indisponibiliza esse recurso para outros usos, isso durante os períodos em que a água está armazenada nos reservatórios e ou em processos de geração de energia.

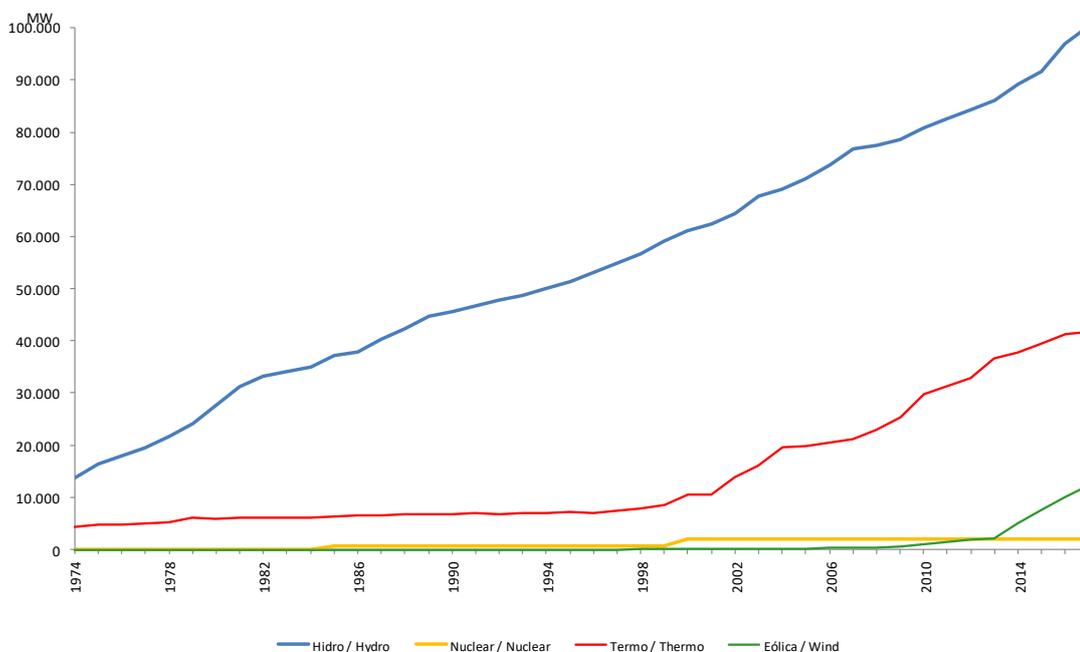
Quando relacionado aos Estados brasileiros, segundo São Paulo (2019b), o Estado possui capacidade nominal instalada de 23.385 MW, sendo (14,1%) do total de energia elétrica instalada no Brasil. Deste total, a energia gerada, a partir das 40 unidades de Pequenas Centrais

---

<sup>8</sup> Capacidade instalada é a capacidade bruta (kW) que determina o porte da central geradora para fins de outorga, regulação e fiscalização, definida pelo somatório das potências elétricas ativas nominais das unidades geradoras principais da central.

Hidrelétricas (PCH)<sup>9</sup> existentes em São Paulo, de potência outorgada e fiscalizada é de 241.848 kW, o que corresponde a (6,2%) do total de geração de energia hidráulica no Brasil.

Figura 9 - Capacidade de geração elétrica instalada no Brasil e a fonte hídrica (MW)



Fonte: (BRASIL, 2018a).

Quanto aos históricos dos empreendimentos de PCHs na Bacia do Paraíba do Sul, segundo AGEVAP (2017), a Usina de Sodré trabalhou com 0,6 MW de potência instalada e, conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica, São Paulo (2019), com Potência Fiscalizada de 1.012 MW. A usina esteve classificada como “PCH Sodré de Guaratinguetá”, situada no bairro dos Pilões, município de Guaratinguetá, tendo sido alimentada pelo potencial hídrico do Rio Piagui, com 4.500 m<sup>3</sup> de reservatório. Foi inaugurada em 1912 e, em 1929, esta usina que alimentava os municípios de Guaratinguetá e Aparecida, esteve ligada em paralelo   Usina Bocaina, que alimentava as cidades de Cachoeira Paulista e Cruzeiro, com interliga o de sistema, através da subesta o de Pindamonhangaba. Em 1992 foi desativada.

Quanto   gera o de potência suprida por hidrelétrica na área de estudo, do total de 88,03 MW de gera o, 87,02 MW de Potência Fiscalizada são provenientes da barragem de Paraibuna, localizada no município de mesmo nome (SÃO PAULO, 2018a). A Usina

<sup>9</sup> Pequena Central Hidrelétrica (PCH)   classificada pelo aproveitamento hidrelétrico, conforme sua potência instalada e o tamanho de seu reservatório. Definido por meio da Resolu o ANEEL n  652, com potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, destinados   produ o independente, autoprodu o ou produ o independente aut noma, com área do reservatório inferior a 3,0 km<sup>2</sup>.

Hidrelétrica de Paraibuna foi concluída em 1978, com área total de reservatório de 224 km<sup>2</sup>, resultado da interligação dos reservatórios de Paraibuna com 177 km<sup>2</sup> ao reservatório de Paraitinga, com 47 km<sup>2</sup>. O represamento das águas abrange os municípios de Paraibuna, Natividade da Serra e Redenção da Serra. As Figuras 10 e 11 apresentam a localização da hidrelétrica de Paraibuna e o local de tomada de água da represa. Esta hidrelétrica é responsável pelo fornecimento de energia para várias cidades do Vale do Paraíba no Estado de São Paulo, assim como cidades localizadas no Estado do Rio de Janeiro (SÃO PAULO, 2019b).

Figura 10 - Mapa de localização da Usina Hidrelétrica de Paraibuna



Fonte: Google Maps (2019).

Figura 11 - Tomada de água da represa de Paraibuna



Fonte: Autoria própria

Considerando ainda a geração de energia hidrelétrica na área de estudo, deve-se analisar a Usina do Funil, sendo que sua barragem se localiza no município de Resende, Estado do Rio de Janeiro (Figura 12). Segundo dados de Furnas (2019), sua construção foi planejada na década de 1930, com o objetivo de permitir a eletrificação de uma estrada de ferro ligando Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. Entretanto, somente em 1961 teve início sua construção, com operação em 1969, período em que a usina fornecia ao sistema elétrico a capacidade total de 216 MW.

Figura 12 - Mapa de localização da Usina do Funil



Fonte: Google Maps (2019).

A Usina do Funil apresenta uma área inundada de 40 km<sup>2</sup> e um volume total de 8,9 bilhões de m<sup>3</sup> de água, sendo considerada de grande importância por estar localizada próxima aos grandes centros consumidores, os Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo. Foi projetada para adequar a tensão nessa região, onde estão instaladas grandes indústrias, incluindo os períodos críticos. A variabilidade nos níveis de água dos reservatórios das represas, torna o sistema de energia dependente da precipitação e, portanto, vulnerável às mudanças climáticas. Ainda sem muitas informações disponíveis e publicadas sobre crise hídricas para anos anteriores, entre os anos de 2014 e 2015 (coincidindo com uma crise hídrica), o nível da água caiu abaixo do nível mínimo operacional de 73 m, resultando que a Câmara de

Comercialização de Energia Elétrica do Brasil aumentou as tarifas de energia elétrica em até 25% em 2015 (BRASIL, 2017d; MARENGO et al., 2015).

Um exemplo de baixa no nível de água num reservatório pode ser observado num ponto à jusante da barragem da Usina do Funil (Figura 13), quando no trajeto das águas, na imagem capturada no mês de junho de 2019. Parte do reservatório está localizada na área de estudo, no município de São José do Barreiro.

Figura 13 - Assoreamento de parte da represa da Usina do Funil - São José do Barreiro



Fonte: Autoria própria

A falta de água nos mananciais e conseqüentemente nos reservatórios das usinas hidrelétricas, envolve mudanças não somente na geração de energia, mas diretamente no uso da terra. Tais eventos resultam em pressões sobre a produção de alimentos, ou seja, para a população local afeta suas atividades econômicas e de produção. Quando observada numa visão mais ampla, para o Brasil, atinge o forte componente das atividades econômicas, assim como as exportações no setor.

### 2.2.3 A segurança e a insegurança alimentar

O conceito de segurança alimentar e nutricional no Brasil foi definido pela Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional (LOSAN), Lei nº 11.346 de 2006.

Realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam social, econômica e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2006 - Legislações).

O Brasil trabalhou por meio da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), abordando a experiência internacional com informações utilizadas pela FAO, com a finalidade de conceber um indicador internacional de percepção sobre a insegurança alimentar. O objetivo foi produzir uma escala própria para a realidade brasileira, capaz de medir de forma direta a segurança alimentar e nutricional. Com base nos dados de Brasília (2014), na pesquisa realizada entre os anos de 2004 e 2009 para domicílios particulares no Brasil, a média de Insegurança Alimentar foi de 32,55%. Na análise apresentada pelo Relatório da FAO (2019), a partir de 2003, com destaque ao lançamento da Estratégia do programa “Fome Zero”, a priorização da agenda de Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) foi considerada como um dos avanços no combate à fome e pobreza, a qual visava, entre outras ações, promover maiores investimentos em áreas como agricultura familiar e fortalecer o envolvimento da sociedade civil no processo político.

A segurança alimentar e nutricional (SAN) é uma política que ainda está em construção no Brasil e no mundo. O Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutrição (PLANSAN), instituído no Brasil, foi o principal instrumento de planejamento, gerenciamento e execução da SAN. O plano busca atingir metas e desafios para a promoção do Direito Humano à Alimentação Adequada (DHAA). No âmbito municipal foi publicado o Plano Municipal de segurança Alimentar e Nutricional (PLAMSAN) para o período de 2016 a 2020. Entretanto, para Ribeiro (2018), a SAN não é um tema inserido e/ou conhecido em todas as esferas da gestão pública, nem tão pouco está disseminada nas diversas camadas sociais.

As estimativas da FAO (2017) e OMS revelaram um aumento da subnutrição global, passando de 777 milhões em 2015, para 821 milhões em 2017, o que representou mais de 11% da população global.

Ao abordar a questão da desnutrição, Castro (1960; 1965; 1982), já apontava a necessidade de não se estudar a questão da fome como de ordem fisiológica, como um instinto irracional, mas sim como calamidade mundial que ultrapassa os índices de mortalidade das

grandes guerras, e que ao contrário do que se imaginava, não tem diminuído com significância. Na década de 1960, com um tom de denúncia, esse autor abordou o modo de organização econômica do país, trazendo à tona o combate ao “tabu da fome” e apresentou um “problema em comum” ao mundo, democratizando o assunto e comprovando que a fome estava em todos os países independentemente dos aspectos sociais, políticos, econômicos ou geográficos:

A própria Ciência e as técnicas ocidentais, envaidecidas por suas brilhantes conquistas materiais, no domínio das forças da natureza, se sentiram humilhadas, confessando abertamente o seu absoluto fracasso em melhorar as condições de vida humana no nosso planeta, e com o seu reticente silêncio sobre o assunto faziam-se, consciente ou inconscientemente, cúmplices dos interesses políticos que procuravam ocultar **a verdadeira situação de enormes massas humanas envolvidas em caráter permanente no círculo de ferro da fome** (CASTRO, 1960, p. 32, grifo da Autora).

O Brasil, que passou a primeira década do século XXI buscando investir nas políticas públicas sociais, com destaque ao Programa “Fome Zero”, continua lutando para retirar mais de 16 milhões de pessoas que vivem na pobreza extrema (BRASÍLIA, 2014). Odum e Odum (2001) consideraram que em sistema mundial, as sociedades que foram capazes de sobreviver tinham de reunir alimentos e distribuir energias dentro do sistema social para sua continuidade bem-sucedida, e assim, desenvolveram a necessária organização de grupo para esses propósitos.

O acesso físico e econômico aos alimentos realiza-se quando todos têm a capacidade de obter alimentos de forma socialmente aceitável, por exemplo, por meio da produção, compra ou troca (BRASIL, 2014b). O fortalecimento da agricultura familiar, com projetos pontuais do trabalho de grupos familiares na agricultura ou na pesca, promove o desenvolvimento sustentável local, com geração de conhecimentos, soluções técnicas desenvolvidas localmente e ainda, as informações são passadas de pai para filho. Na definição dessa relação, Moraes-Santos e Santos (2016) descreveram que ao acompanhar os adultos, as crianças aprendem através da observação, do fazer junto, o modo de vida e tradições de seus ancestrais. Dessa forma, fortalecendo o respeito e a tradicionalidade dos laços familiares.

Segundo o IBGE, Brasil (2017a), o planejamento para a edição do “Censo Agropecuário 2017”, seguiu as recomendações internacionais da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (ONU/FAO), as quais visam garantir um nível desejável de comparação das estatísticas do setor entre os países, e também dá ênfase sobre a investigação de valores econômicos da produção agrícola. O trabalho foi realizado conjuntamente com a Secretaria Nacional de Irrigação (Senir), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG), Agência

Nacional de Águas (ANA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e pesquisadores de instituições de ensino superior ligadas às ciências agrárias. A proposta busca identificar, por meio do censo, o uso de técnicas de manejo da irrigação, as culturas irrigadas e os respectivos sistemas de irrigação empregados, de forma a montar um cenário do uso dos recursos hídricos na agricultura e a investigação de valores econômicos (BRASIL, 2016b).

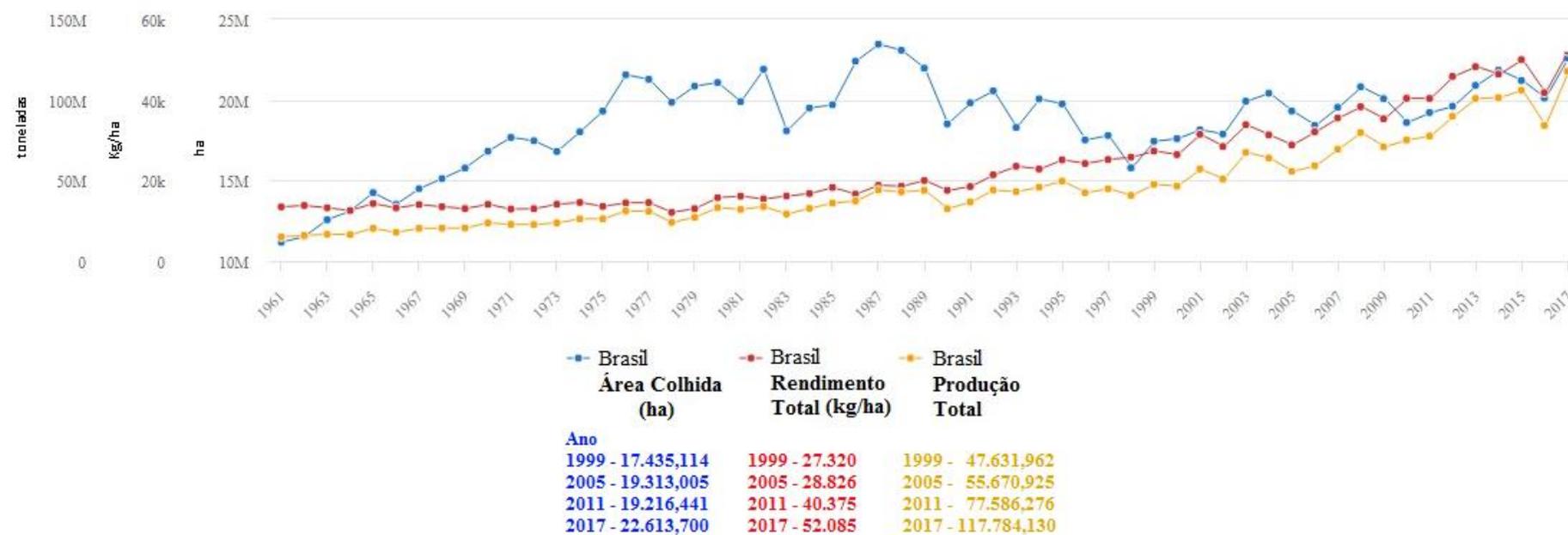
Quanto à produção de cereais no Brasil, os dados estatísticos oficiais (*FAOSTAT*) apontaram um crescimento da produção quando comparados aos anos de 2000 e 2005 (FAO, 2019). A eficiência na produção de cereais é um importante indicador agrícola para a avaliação dos países (SDG, 2018), indicador este que se encontra abordado nos indicadores dos ODS, nos itens 2.4 “garantir a sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos” e, 8.3 “promover políticas orientadas para o desenvolvimento que apoiem as atividades produtivas”. A Figura 14 exibe dados totais de área colhida, rendimento e produção de cereais entre 1961 e 2017 no Brasil. Observa-se que a área colhida de cereais aumenta em relação ao rendimento e produção no país, com destaque entre as décadas de 1970 e 1980.

A Produção Agrícola Municipal (PAM) investigou o conjunto de produtos das lavouras temporárias e permanentes do país, que se caracterizam não só pela grande importância econômica que possuem na pauta de exportações, como também por sua relevância social, e são esses os componentes que fazem parte da cesta básica do brasileiro, tendo como unidade de coleta o município (BRASIL, 2018e).

Entre os cereais, o arroz, (*Oryza sativa L.*), é um dos mais consumidos no mundo, considerado a segunda maior safra de cereais, sendo um importante componente na dieta básica brasileira. Segundo o IBGE, Brasil (2017a), o Brasil é o produtor não asiático mais importante com um consumo de 32 (kg/ano) por habitante. No Brasil, o arroz de uma forma geral é cultivado praticamente em todas as regiões do país. A Figura 15 apresenta a participação dos Estados brasileiros na produção do arroz.

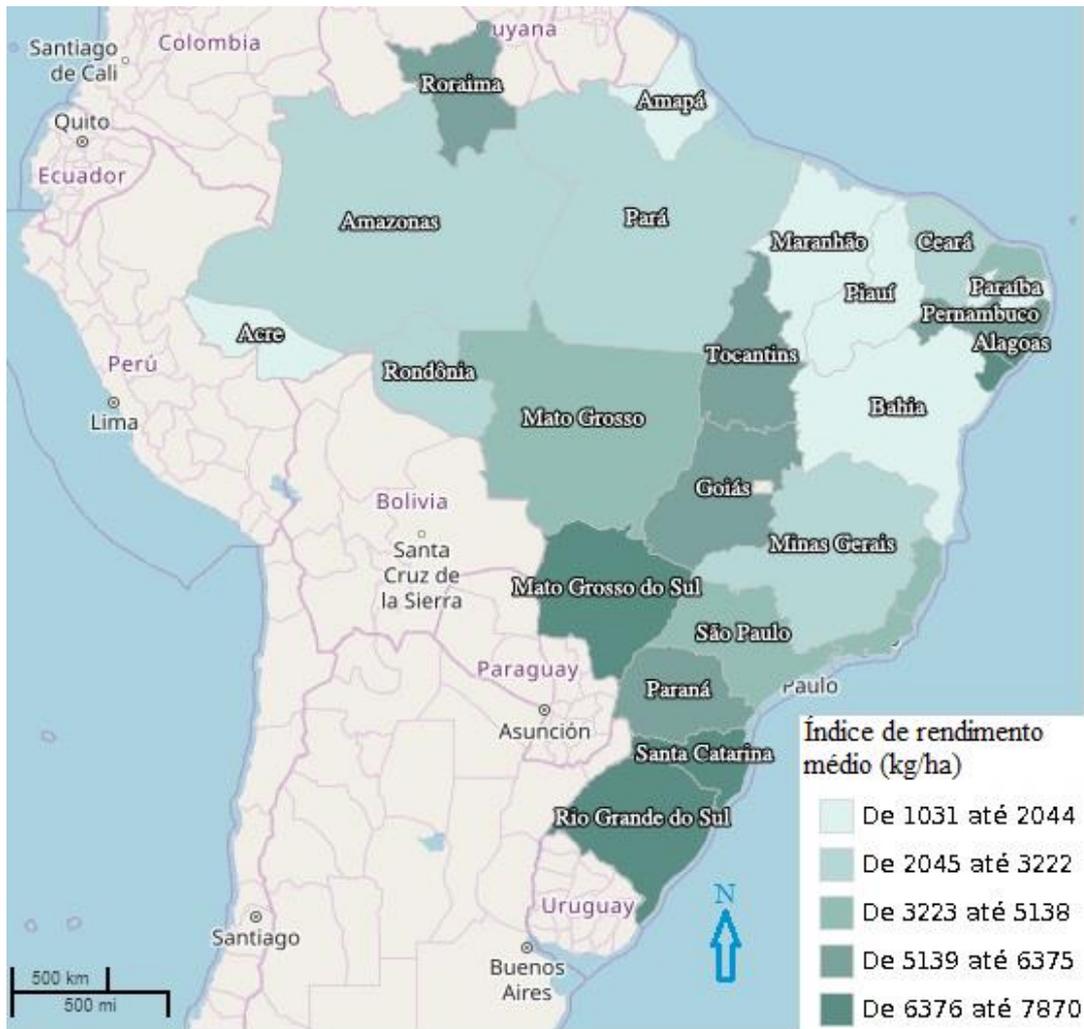
Figura 14 - Cereais no Brasil, área colhida, rendimento e produção (1961 a 2017)

1961 - 2017



Fonte: Adaptado de (FAO, 2019).

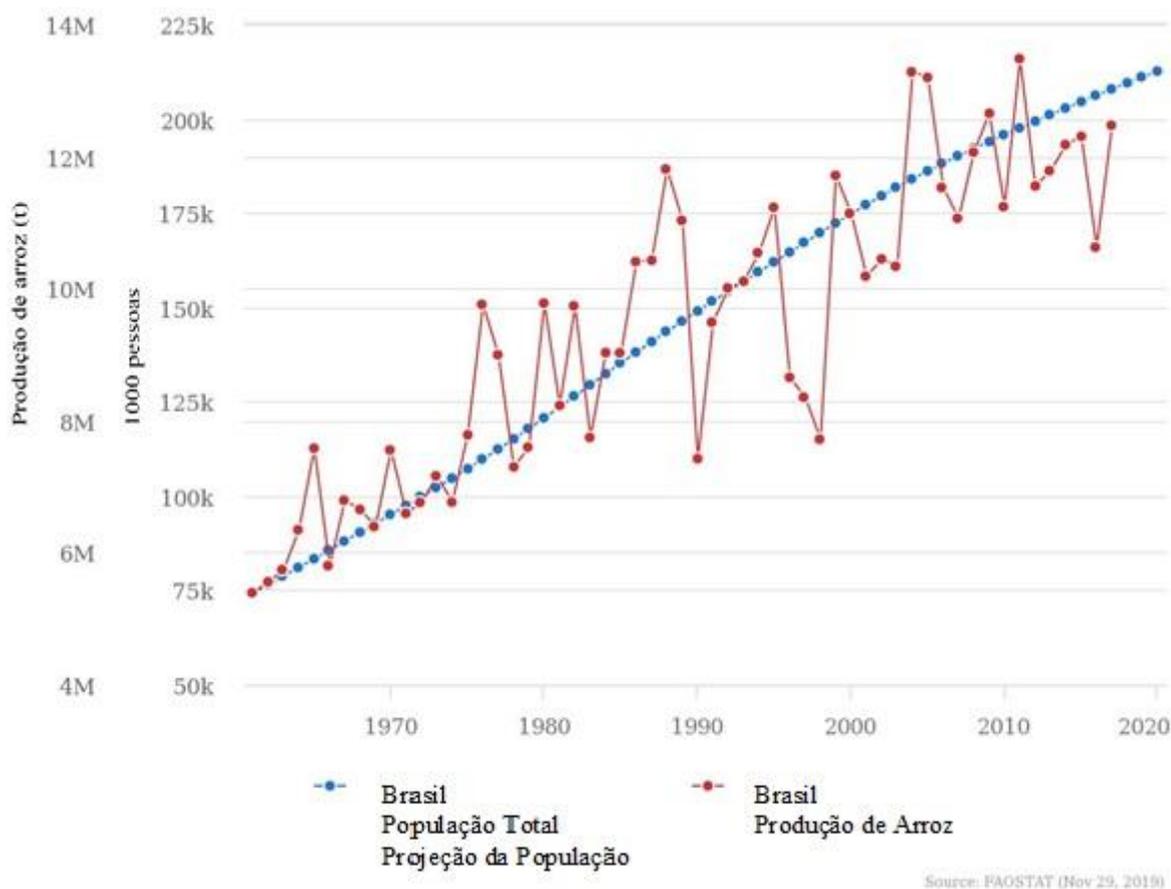
Figura 15 - Participação dos Estados Brasileiros na produção de arroz



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d).

Na Figura 15, nota-se a proporção da produção e da área cultivada com arroz nos Estados brasileiros, no ano de 2018. Conforme dados do LSPA do IBGE, o país está dividido em 558 microrregiões geográficas, sendo consideradas as seguintes situações para a safra de arroz: são 48 principais microrregiões produtoras de arroz e as demais regiões, com índice de rendimento médio para o país de 6.280 (kg/ha). Dentro do grupo das 48 principais microrregiões produtoras, destacam-se as microrregiões situadas no Rio Grande do Sul com o índice de 7.870 (kg/ha) e Santa Catarina com 7.613 (kg/ha). Tais Estados utilizam o sistema irrigado, sendo que microrregiões de outros Estados utilizam sistema irrigado e de terras altas (BRASIL, 2018d). A Figura 16 expõe a produção de arroz no Brasil comparada à projeção da população brasileira (1960-2020), na qual se observa que a produção de arroz acompanha o crescimento populacional no país.

Figura 16 - Produção de arroz no Brasil comparada à projeção da população brasileira



Fonte: Adaptado de FAOSTAT (FAO, 2019).

Conforme as informações de Brasil (2018d), o Estado de São Paulo apresenta um índice de rendimento médio de 4.716 (kg/ha) de arroz e, é também o maior consumidor do grão no país, sendo o Vale do Paraíba a região mais expressiva na produção desse cereal.

Quando relacionado a produção de alimentos orgânicos, de acordo com a Lei 659-A de 2000,

“considera-se sistema orgânico de produção agropecuária e industrial, todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a autossustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados (OGM) /transgênicos<sup>10</sup> ou radiações ionizantes em qualquer fase do

<sup>10</sup> A transferência de genes de um organismo para outro, mesmo se distantes na cadeia evolucionária, o que seria impossível através do cruzamento convencional é o que permite a tecnologia do DNA recombinante ou engenharia genética. Como resultado, obtém-se um organismo geneticamente modificado (OGM), também denominado organismo transgênico, que irá conter uma ou mais características modificadas codificadas pelo gene ou pelos genes introduzidos.

processo de produção, armazenamento e de consumo, e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação, visando: a) a oferta de produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a saúde do consumidor, do agricultor e do meio ambiente; b) a preservação e a ampliação da biodiversidade dos ecossistemas, natural ou transformado, em que se insere o sistema produtivo; c) a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água e do ar; d) o fomento da integração efetiva entre agricultor e consumidor final de produtos orgânicos, e o incentivo à regionalização da produção desses produtos orgânicos para os mercados locais”.

O alimento saudável depende dos nutrientes retirados da terra; os três principais nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) são encontrados nos adubos naturais. Os fertilizantes minerais também os contêm, mas suas fontes são diferentes, sendo produzidos através de processos químicos, promovendo a maior produção em quantidade, entretanto empobrecendo o solo, modificando sua composição e extraindo nutrientes.

A surgimento dos fertilizantes minerais possibilitou a industrialização da agricultura primeiro na Europa e na América do Norte, e posteriormente em países em desenvolvimento (AGRIFOOD ATLAS, 2018). A Revolução Verde introduziu práticas agrícolas ocidentais e, nesse processo, um mercado de fertilizantes emergiu, o que ressalta os rendimentos crescentes, mas não considera os impactos negativos no solo, no clima, no meio ambiente e no ser humano.

Desde 1961, conforme dados da FAO (2011), o consumo de fertilizantes artificiais aumentou seis vezes, e em 2013 as vendas mundiais totalizaram US\$ 175 bilhões. Para o período 2015-2020, e espera-se que as entregas de fertilizantes artificiais passem de 246 para 273 milhões de toneladas, sendo 171 milhões de toneladas de adubo nitrogenado e cerca de 50 milhões de fosfato e de potássio. Dados da FAO (2017) relataram que os fertilizantes contaminam o solo e a atmosfera, mas até agora, há poucas pesquisas e levantamentos sobre tal contaminação no Brasil. MARTINEZ-ALIER (2011) recorda o uso do conceito de EROI<sup>11</sup>, afirmando que “a agricultura industrial não é mais um produtor de energia, mas um consumidor de energia”.

Na utilização de fertilizantes artificiais está implícito o consumo de agrotóxicos. As informações publicadas pela Agrifood Atlas (2018), descrevem o Brasil como o maior

---

<sup>11</sup> EROI é a proporção de quanta energia é obtida com um processo de produção de energia em comparação com a quantidade dessa energia (ou o equivalente de alguma outra fonte) necessária para extrair ou aumentar uma nova unidade de energia em questão.

consumidor de agrotóxicos do mundo. Em 2002, a comercialização desses produtos era de 2,7 kg/ha. Em 2012, o número chegou a 6,9 kg/ha, segundo dados do IBGE e, em 2019 esse valor aumentou ainda mais. O agravante é que as intoxicações agudas por agrotóxicos afetam principalmente as pessoas expostas em seu ambiente de trabalho, ou seja, os agricultores.

Nos últimos anos, o tema da alimentação saudável vem ganhando espaço no Brasil e no mundo, tanto na mídia quanto no cotidiano da população, o que é observado pelo mercado. A procura por produtos naturais, que impactem menos o meio ambiente e a saúde, que não sejam testados em animais, ou que sejam produzidos por empresas socialmente responsáveis, vem aumentando.

Primavesi (1990) apresentou conclusões sobre técnicas de manuseio de solos de climas tropicais, que a seu ver, deveriam ser tratadas de forma diferente das adotadas sob clima temperado. O argumento da autora sempre esteve embasado em não haver necessidade do intensivo uso de fertilizantes químicos, destacando a importância dos microrganismos e das interações biológicas, desvalorizadas na Revolução Verde<sup>12</sup>. Afirmava também não ser adequado aerar o solo à profundidades de até 25 centímetros, como se fazia na Europa para degelar o solo após o inverno e, diferentemente do que se praticava no Brasil, a terra deveria ser revolvida o mínimo possível, afirmando ser necessário compreender que “o solo é um organismo vivo”.

A agroecologia se configura, atualmente, como Ciência, prática e movimento social. Sua construção encontra-se vinculada a um amplo projeto de transformação das formas de produção, processamento, distribuição e consumo presentes no atual sistema agroalimentar. Seus princípios e práticas possuem uma longa trajetória de enraizamento nos modos de vida dos camponeses, povos indígenas e comunidades tradicionais nas mais diferentes partes do mundo (IPEA, 2017). Mesmo para agriculturas com maior dificuldade técnica de produção em sistema orgânico, é confirmada grande viabilidade, especialmente quando avaliada economicamente, considerando o custo de produção e o preço de venda, e ainda o aumento pela procura (SOUZA, 2014).

Para esta tese, foram abordados o cultivo de produtos orgânicos no município de Cunha e; ainda nesse contexto, análise de dados em áreas que fazem da agricultura orgânica sua

---

<sup>12</sup> Revolução Verde é como foi chamado o conjunto de práticas adotadas na década de 1960 nos Estados Unidos e na Europa para aumentar a produção agrícola, com base em sementes híbridas, fertilizantes químicos e mecanização.

produção são importantes ferramentas para o diagnóstico do Objetivo 2 dos ODS, o qual enfatiza a promoção da agricultura sustentável.

Quando retratado o alimento pescado, os dados de SOFIA (2018) revelaram que os produtos pesqueiros representaram, em 2016, 1% de todo o comércio global de mercadorias em termos de valor, sendo mais de 9% do total das exportações agrícolas. A produção pesqueira de captura global total, naquele ano, foi de 93,4 milhões de toneladas, incluindo a produção das águas interiores, sendo um pouco acima dos dois anos anteriores. As exportações mundiais totalizaram US\$ 148 bilhões, muito acima dos US\$ 8 bilhões em 1976. Os países em desenvolvimento representam uma fonte de US\$ 80 bilhões em exportações do produto pesqueiro. No entanto, apesar de progressos notáveis em algumas áreas, a condição dos recursos marinhos do mundo não melhorou, sendo que quase um terço dos estoques pesqueiros comerciais são pescados biologicamente em níveis insustentáveis.

Para FAO (2019), a pesca de captura pode ser gerida de forma sustentável, ao mesmo tempo em que aponta o enorme e crescente potencial para impulsionar a nutrição humana e apoiar os meios de subsistência com empregos nessa área. Entretanto, quando se trata da pesca de arrasto<sup>13</sup>, Clark et al. (2016) enfatizaram que, como é feita pelo fundo do mar, remove rotineiramente a maior parte da fauna bentônica, resultando em declínios da biodiversidade e da rica fauna marinha.

Funcionalmente, esses impactos se traduzem em perda de habitat biogênico, especialmente os componentes mega faunísticos dominantes dos sistemas de águas profundas, como corais e esponjas, podem ser altamente vulneráveis aos impactos da pesca de arrasto, impactos esses que podem levar décadas a séculos para serem restaurados após a pesca ter cessado, o que impacta significativamente a economia pesqueira, produção e consumo das variedades de pescado. Portanto, a conservação da biodiversidade deve ser equilibrada com opções para áreas abertas que suportam a pesca sustentável e, para isso, os usos de equipamentos em todas as formas de atividades pesqueiras devem ser fiscalizados.

A extensa Costa Atlântica do Brasil o coloca entre os países que possuem as maiores áreas litorâneas do mundo. A Zona Costeira e Marinha nacional estende-se da foz do rio Oiapoque (04°52'45''N) à foz do rio Chuí (33°45'10''S) e aos limites dos municípios da faixa

---

<sup>13</sup> *Symposium Marine Conservation Biology Institute* (2019) declarou que, no Noroeste do Mediterrâneo a prática da “pesca de arrasto” deslocou 5.400 toneladas de sedimento em apenas 136 dias monitorados, destruindo valiosos ecossistemas marinhos, assim, é uma modalidade combatida em todo o mundo. No Brasil foram instituídas medidas restritivas à pesca de arrasto, como exemplo, em 2018, o Estado do Rio Grande do Sul aprovou a Lei nº. 15.223 de 5.10.2018, limitando o arrasto a menos de 12 milhas da costa. Entretanto, no ano de 2019, políticas contrárias foram investidas contra os Estados brasileiros que adotaram leis na mesma conformidade.

costeira, a oeste, incluindo as áreas em torno do Atol das Rocas, dos arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo e das ilhas de Trindade e Martin Vaz. A faixa terrestre, de largura variável, estende-se por aproximadamente 10.800 km ao longo da costa, se contabilizadas suas reentrâncias naturais, e possui uma área de aproximadamente 514 mil km<sup>2</sup>, dos quais 324 mil km<sup>2</sup> correspondem ao território de 395 municípios distribuídos ao longo dos 17 estados litorâneos (BRASIL, 2010c).

Em 1970, o limite territorial marítimo no Brasil, se estendeu de 12 para 200 milhas náuticas. Entretanto, 23 anos depois, a lei foi sancionada e o limite retornou para as 12 milhas náuticas. Com base em acordos internacionais, as 188 milhas restantes foram transformadas em Zona Econômica Exclusiva (ZEE), região sobre a qual os estados costeiros têm "direitos de soberania" para a exploração e a gestão dos recursos naturais (RIO DE JANEIRO, 2018). A ZEE, conforme legislação, é um instrumento de planejamento ambiental cujo objetivo fundamental é subsidiar as decisões de uso e ocupação do território em bases sustentáveis, por meio da análise integrada de fatores físicos, bióticos e socioeconômicos (BRASIL, 1993) (Legislação).

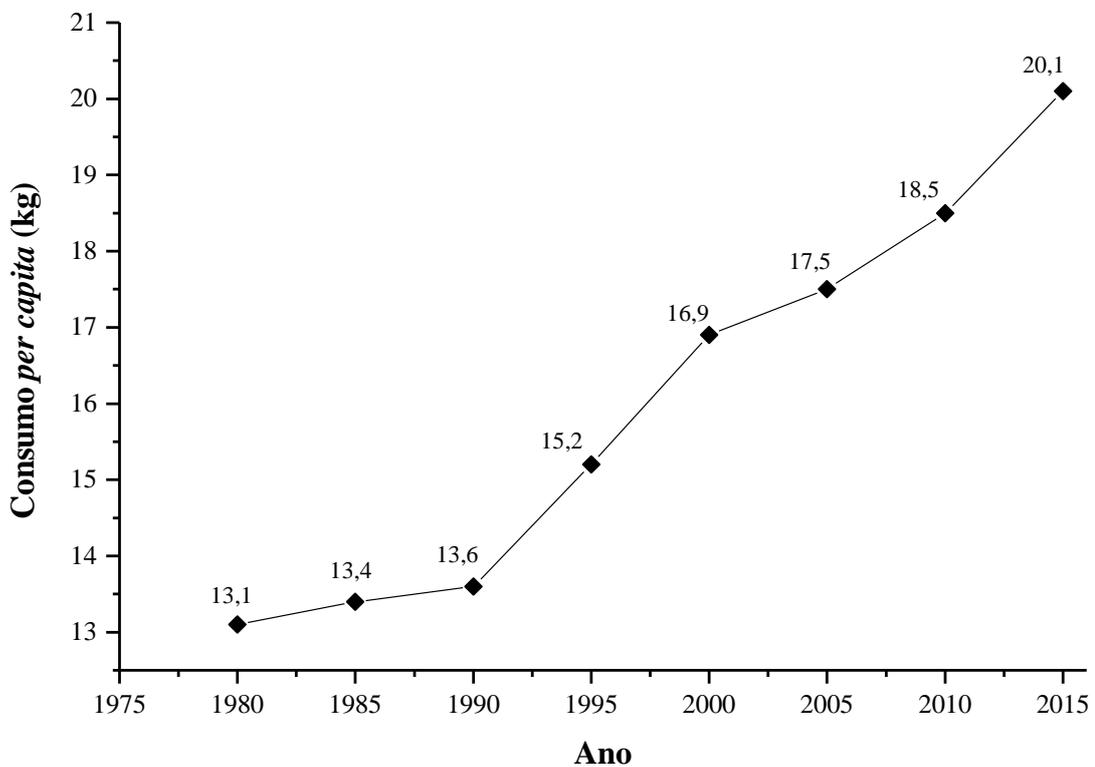
Cabe destacar que para a produção de pescado, conforme dados de ATLAS BRASIL (2019), a frota pesqueira brasileira soma cerca de 30 mil embarcações, divididas entre a zona costeira e a pesca oceânica, sendo 90% delas artesanais. Apresentam-se como uma indústria que gera 800 mil empregos diretos e conta com 300 empresas relacionadas à captura e ao processamento de pescados. Entretanto, a distribuição no consumo de peixe tem sido desigual entre os países e dentro dos países e regiões em termos de quantidade e variedade consumidas *per capita*.

O consumo de pescado *per capita* permaneceu estático ou diminuiu em alguns países da África Subsaariana (por exemplo, Costa do Marfim, Libéria, Nigéria e África do Sul), tendo sido de alto nível no Japão nas duas últimas décadas (FAO, 2017). A Figura 17 apresenta o consumo de pescado *per capita* no mundo, apesar de que para a construção do gráfico não foi considerada a China, o país que mais consome pescado, pois, quando considerado a China, não seria possível apresentar os dados em um único gráfico.

Conforme a Figura 17, quando comparados os anos de 1980 a 2015, o consumo de pescado cresceu em todo o mundo. Os dados da FAO (2017) estimou que o Brasil poderá registrar um crescimento de 104% na produção da pesca e aquicultura em 2025, segundo este estudo, o aumento na produção brasileira será o maior registrado no país durante a próxima década, seguido do México (54,2%) e Argentina (53,9%).

No Brasil, de acordo com FAO (2019), o consumo de pescado *per capita* aumentou cerca de 30%. Mesmo assim, esse consumo 9,8 (kg/habitante/ano), ainda é baixo se comparado ao consumo *per capita* (kg/habitante/ano) mundial (16,8). O IBGE relatou que uma parcela significativa dos brasileiros não tem o hábito de consumir pescado, e o consumo *per capita* real anual apresenta variações conforme as regiões brasileiras. As regiões Norte e Nordeste concentram quase 70% do consumo de pescado, a região Sul 27%, e a região Centro-Oeste 3% do consumo, dados esses correspondentes à pesquisa domiciliar (BRASIL, 2018b). Informações da FAO (2019) destacaram que uma grande parte da população de pescadores vive em países em desenvolvimento onde a pesca contribui para a segurança alimentar e, por extensão, para a estabilidade social.

Figura 17 - Consumo de pescado *per capita* no mundo (kg/habitante)



Fonte: Autoria própria, a partir de (FAO, 2017).

Contudo, é importante ressaltar que o desastre ocorrido com o derramamento de óleo que se espalhou por todo o território do Nordeste brasileiro, no ano de 2019, afetou a integridade dos ecossistemas, como mangues, recifes de corais, praias, encostas rochosas e, diretamente a subsistência da população que dependem do mar. Período em que a possibilidade de contaminação por meio do consumo de alimentos com origem nesses locais também ocasionou preocupações. Nesse contexto, a Organização Mundial de Saúde refere-se à saúde única e não separadamente em meio ambiente e saúde humana. Isso porque a saúde dos ambientes é a saúde

das pessoas. Pensar em saúde humana e, como se estivesse distante, a saúde dos ecossistemas, é um erro, pois quando a natureza é afetada o ser humano é igualmente afetado. Segundo Araújo, Ramalho e Melo (2020), a catástrofe foi extremamente grave, sendo uma emergência para a saúde pública e o meio ambiente e, conforme declarado pelo Laboratório de Saúde, Meio Ambiente e Trabalho da Fundação Oswaldo Cruz (Lasat-Fiocruz), todas as pessoas que tenham tido contato com esses produtos químicos devem ser monitoradas, pois são cancerígenos, podendo causar abortos, complicações neurológicas, hepáticas, renais, dermatológicas, pulmonares, sanguíneas (por exemplo, leucemia) ou até morte; quando inalado, ingerido através da água ou por contato direto.

Considerando o número de pescadores de pequena escala ao longo da costa e a importância da pesca como fonte de alimento para a população brasileira, o manejo de águas costeiras deveria ser uma prioridade para as políticas públicas no Brasil. Assim sendo, pesquisas nessas áreas necessitam da melhor compreensão das relações entre os sistemas urbano e rural, terra e água, local e regional, humano e biofísico e todas as questões socioeconômicas relacionadas. Esta pesquisa apresenta informações relacionadas à produção de pescado e o consumo de água e energia elétrica nos municípios de Paraty e Ubatuba, relacionando-os ao nexos AAE.

O Objetivo 2 dos ODS, o qual determina “erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável, propõe até 2030 acabar com a fome e assegurar o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e as pessoas em situação vulnerável; incluindo crianças; a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano”, é o mais importante objetivo recomendado. Nesse sentido, especialmente, os países em desenvolvimento devem concentrar esforços para alcançar as metas propostas.

A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) investigou o tema segurança alimentar e, com essas informações o IBGE, em convênio com o Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome divulgaram um diagnóstico completo referente ao tema (BRASIL, 2018b). Tal como em 2004, por ocasião do primeiro diagnóstico nacional, fruto da mesma parceria, as estatísticas retratam a condição de segurança alimentar nas unidades domiciliares do País, tendo como referencial metodológico a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar. A EBIA permite identificar e classificar os domicílios de acordo com os diferentes graus de severidade com que o fenômeno é vivenciado pelas famílias neles residentes, e assim, possibilitando estimar a magnitude do problema da insegurança alimentar nessas unidades (BRASIL, 2014b). A pesquisa aponta que está no Norte do País o maior grau de situação de

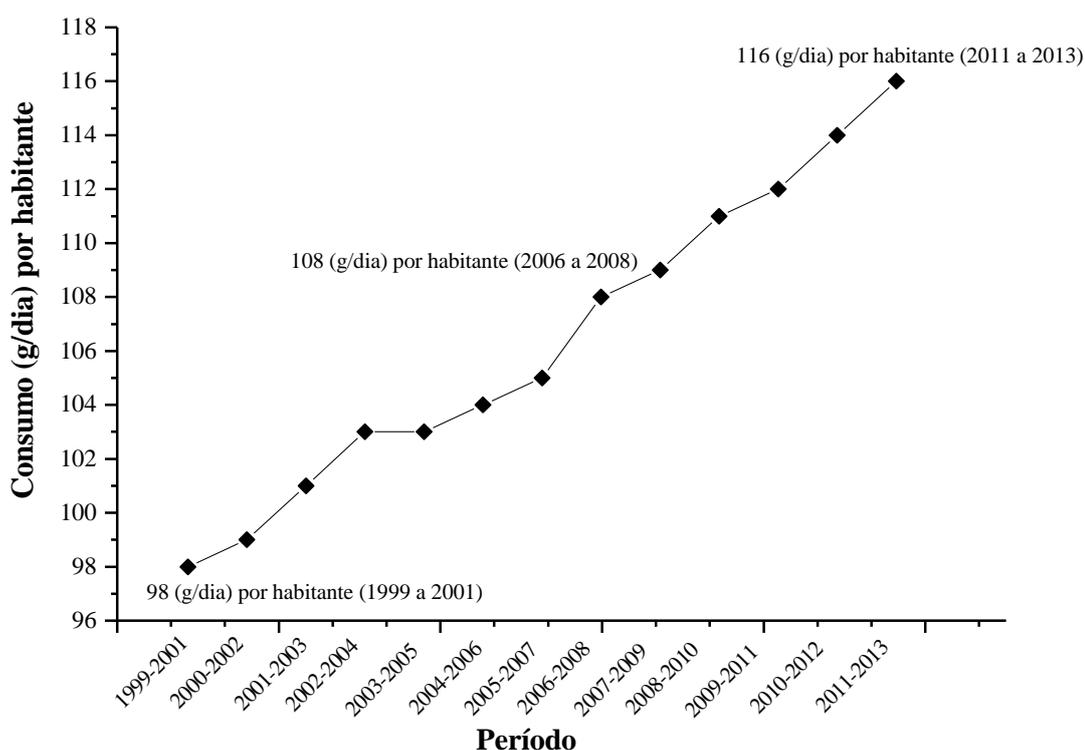
insegurança alimentar, seguido pelo Nordeste, Sudeste e Sul, sendo os estados de Roraima e Tocantins os mais atingidos.

Os valores do consumo médio de proteína para a população brasileira estão indicados na Figura 18, seguindo estatística (FAO, 2019) e, buscando, dessa forma, apoiar-se nesses dados para as associações do cálculo de consumo de alimento *per capita* analisado para na metodologia estatística utilizada nesta pesquisa.

Para os dados apresentados na Figura 18, relativos ao consumo médio de proteína no Brasil (gramas/habitante/dia), no período de três anos, foram também utilizadas outras fontes de informações, como por exemplo, os Anuários Estatísticos e Censo agropecuário do IBGE, Brasil (2017a), com o objetivo de possibilitar a associação de outros aspectos que estejam relacionados ao consumo de alimentos.

É importante ainda relatar que, para esta tese, foi considerada a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) do IBGE que segundo Brasil (2018b), é uma pesquisa domiciliar, realizada por amostragem e, tem como objetivos principais obter informações sobre a estrutura de orçamentos (aquisições de produtos, serviços e rendimentos), o estado nutricional e condições de vida das famílias e população brasileira. Este conjunto de produtos e serviços denomina-se “Cesta de Compras da população”.

Figura 18 - Consumo médio de proteína no Brasil (g/dia) por habitante



Fonte: Autoria própria, a partir de (FAO, 2019).

Para o tratamento do tema alimento nos municípios de Ubatuba e Paraty, é sustentado como valor a média do consumo de pescado utilizado na alimentação da população brasileira, com variação de consumo por habitante no período de 2008 a 2018, sendo que para o ano de 2008 o valor foi de 5,0 (kg/ano) e para o ano de 2018 esteve em 9,8 (kg/ano). Deste modo, para os valores de consumo do alimento pescado e, para o tratamento estatístico desta tese foram mantidos, como referência, aqueles obtidos e descritos em tabelas e gráficos apresentados.

#### 2.2.4 A produção e o consumo de energia elétrica

Dois países, especificamente a República Popular da China (24%) e os Estados Unidos (18%) dominam a produção de eletricidade no mundo. Eles são seguidos pela Índia, Federação Russa, Japão, Canadá, Alemanha, França, Brasil e Coreia. Esses dez países, considerados os mais importantes na produção de energia, representam mais de dois terços da produção mundial de eletricidade (WORD BANK, 2018). Quanto à capacidade instalada para a geração de energia elétrica no mundo e por região em Giga Watts<sup>14</sup>, os dados estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Capacidade instalada de geração elétrica no mundo e por região (GW)

	2010	2011	2012	2013	2014	Δ% (2014/2013)	Part. % -2014
<b>Mundo</b>	5080,60	5305,00	5514,60	5736,20	6038,70	5,30	100,00
<b>Ásia &amp; Oceania</b>	1886,30	2032,50	2157,80	2321,40	2525,50	8,80	41,80
<b>América do Norte</b>	1233,10	1246,60	1257,90	1257,50	1277,80	1,60	21,20
<b>Europa</b>	995,20	1029,00	1067,60	1088,70	1111,80	2,10	18,40
<b>Eurásia</b>	356,60	361,10	366,40	370,50	383,90	3,60	6,40
<b>América do Sul e Central</b>	266,80	274,60	285,40	298,00	313,80	5,30	5,20
<b>Oriente Médio</b>	205,10	217,80	230,90	243,40	258,80	6,30	4,30
<b>África</b>	137,60	143,40	148,70	156,60	167,00	6,60	2,80

Fonte: (WASHINGTON, 2019); (BRASIL, 2018a).

A Capacidade Nominal Instalada no Brasil, em abril de 2018, foi de 159.094 MW e a Capacidade Instalada em São Paulo foi de 23.264 MW<sup>15</sup>, representando 14,6% do total do Brasil (SÃO PAULO, 2018). Os países considerados mais desenvolvidos consomem a maior parte da energia produzida mundialmente, porém os países emergentes e em desenvolvimento têm mostrado um papel importante na produção energética.

<sup>14</sup> No sistema internacional de unidades (SI), a potência vem expressa em Watt e, para converter Giga Watt em Watt é necessário reduzir Gigawatt a Watt, isto é, 1 GW = 10<sup>9</sup> W.

<sup>15</sup> Mega Watt é uma unidade de medida correspondente a 10<sup>6</sup> W.

A geração total de energia elétrica, no ano de 2017, produzida no Brasil, calculado em Terawatt-hora<sup>16</sup>, foi de 588,0 TWh, resultado 1,6% superior ao de 2016 (BRASIL, 2017d). O setor da indústria e de "edifícios" (que também inclui agricultura) são os maiores mercados para o consumo final de energia e representam a maior parte do crescimento do consumo de energia (IEA, 2016). A Figura 19 expõe a cartografia com a representação do consumo de energia elétrica no Brasil, América Latina e parte da África (kWh *per capita*). Quanto ao consumo de energia elétrica (Figura 19), os dados apontam que o Brasil está na categoria de consumo entre 886,6 e 2.430,2 (kWh *per capita*), sendo 1.457,3 (kWh *per capita*).

Figura 19 - Consumo de energia elétrica no Brasil, América Latina e parte da África (kWh *per capita*)



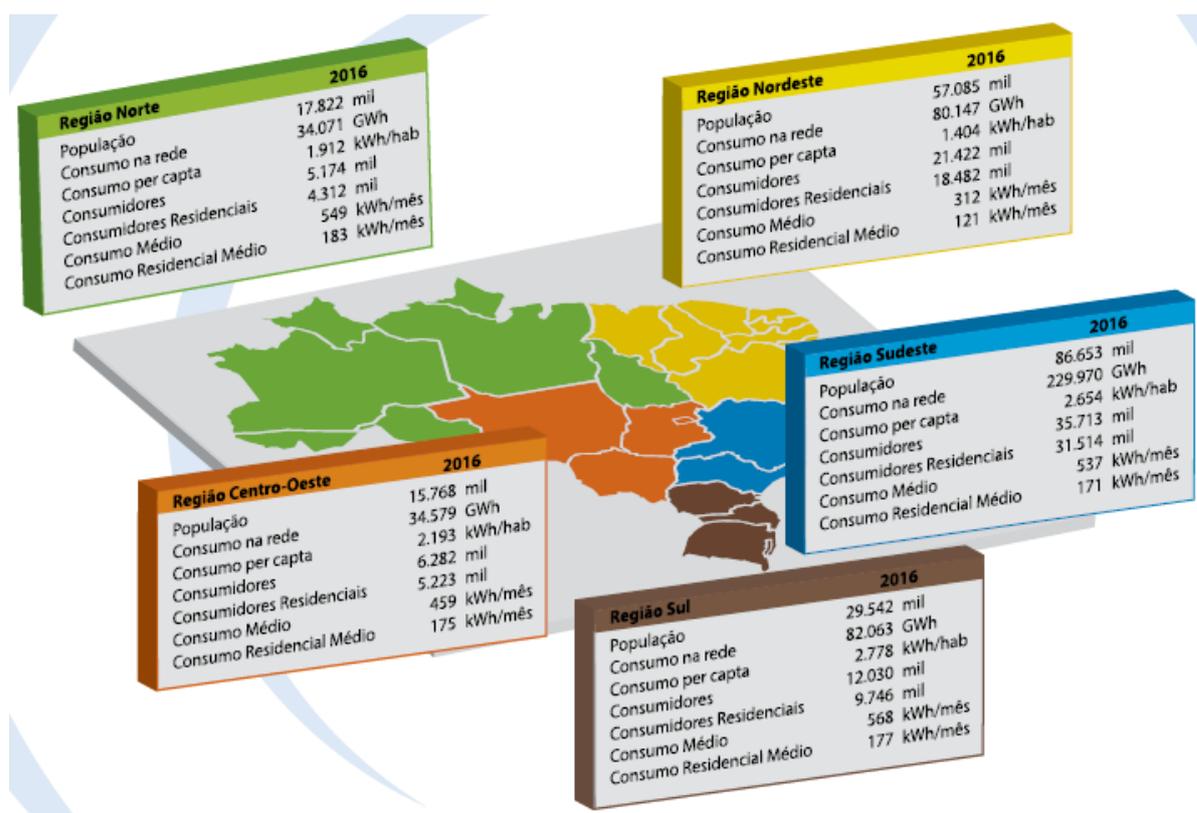
Fonte: Adaptado de Word Bank (2018).

O consumo por meio da rede de distribuição de energia elétrica, o ano de 2016, foi de 460,8 TWh, valor 0,9% inferior ao registrado no ano 2015, o que corresponde a um consumo de 2,23 kWh *per capita*, 1,6% inferior ao ano anterior e, consequência também do crescimento populacional de 0,8% entre 2015 e 2016 (BRASIL, 2018a). A Figura 20 apresenta dados da população, consumo na rede, consumo *per capita*, consumidores, consumidores residenciais, consumo médio e consumo residencial médio nas regiões geográficas brasileiras.

<sup>16</sup> Terawatt-hora (TWh) equivale a  $10^{12}$  Wh ou  $3,6 \times 10^{15}$  Joule.

Segundo a Empresa de Pesquisa Energética, o número de consumidores de energia elétrica atendidos pela rede no Brasil, pelo sistema simples é de 70.965.685, sendo que na região Sudeste esse número é de 32.177.526, o que corresponde a pouco mais de 45% do total de consumidores e próximos a 14% a mais do que o número de consumidores do Nordeste brasileiro (BRASIL, 2018a).

Figura 20 - Dados da população, consumo na rede, consumo *per capita*, consumidores, consumidores residenciais, consumo médio e consumo residencial médio nas regiões geográficas brasileiras



Fonte: (BRASIL, 2018a).

Com base nos valores referentes aos consumos dos energéticos considerados: a energia elétrica, o gás natural, os derivados de petróleo e etanol hidratado, o Estado de São Paulo apresentou, em 2014, um consumo total de - somatório de todos os energéticos -  $44.468,9 \times 10^3 \text{ tep}$  (SÃO PAULO, 2015a). A Tabela 5 apresenta a população no Estado de São Paulo e o consumo *per capita* (kWh/habitante) no período.

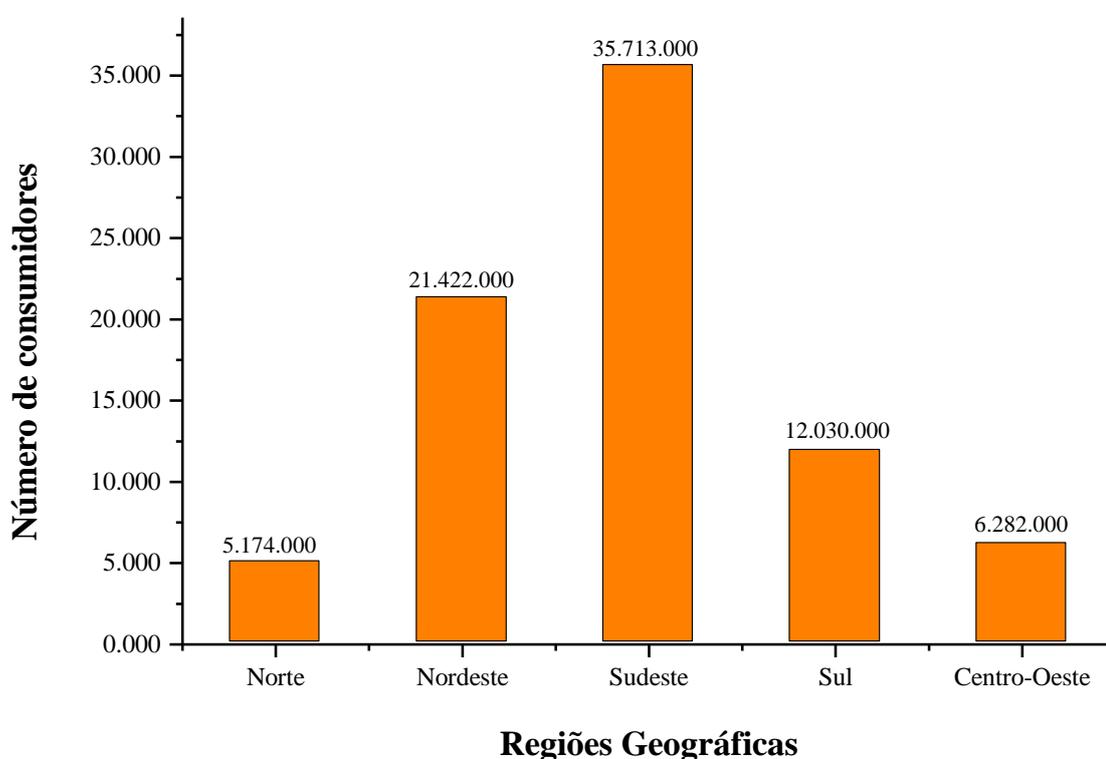
Tabela 5 - População no Estado de São Paulo e consumo *per capita* (kWh/habitante)

População (mil) e consumo <i>per capita</i> (kWh/hab.)					
São Paulo	2012	2013	2014	2015	2016
População	43.473	43.849	44.216	44.573	44.922
Consumo <i>per capita</i> (kWh/habitante)	3.076	3.107	3.087	2.935	2.831

Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL 2017d); (BRASIL, 2010a).

O número de consumidores quando relacionado ao aumento demográfico e, portanto, ao aumento no uso da energia elétrica, configura o maior consumo de energia primária e maior volume de água para potência suprida das hidrelétricas. A Figura 21 exibe o gráfico correspondente ao número de consumidores de energia elétrica atendidos pela rede nas regiões geográficas brasileiras, no qual se observa que está no Sudeste o mais elevado número de consumidores (35.713.000).

Figura 21 - Número de consumidores de energia elétrica atendidos pela rede nas regiões geográficas brasileiras



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018a).

O consumo mundial de energia elétrica pode crescer duas vezes mais a cada ano caso nenhuma medida seja tomada para promover uma imediata redução da atual forma de consumo (BRASIL, 2018a; IRENA, 2018).

Para atender às necessidades regionais e nacionais e para que haja uma redução de consumo de energia, faz-se necessário o fomento e a utilização de fontes de energias renováveis nos diversos setores, somados às ações políticas, públicas e de cada cidadão para conscientização e mudanças reais na redução do consumo. Nesse contexto, tais atitudes estão desde a utilização do chuveiro elétrico e outros equipamentos eletrônicos fora do horário de

pico<sup>17</sup>, momento em que a demanda na carga de energia é maior, ações que diminuiria também os custos financeiros, até ao fomento para a implantação de projetos com uso de energias sustentáveis em todas as esferas possíveis.

Quanto ao número de consumidores no Estado de São Paulo, por setor, os valores podem ser observados na Tabela 6, na qual nota-se que, está no setor residencial o maior número de consumidores, o que justifica a necessidade do fomento em energias renováveis, não somente para benefício ambiental, mas também financeiro e para o bem estar da população.

Tabela 6 - Número de consumidores de energia elétrica por setor no estado de São Paulo

Estado de São Paulo	2012	2013	2014	2015	2016	Δ% (2016/2015)	Part. % 2016
<b>Consumidores (unidades)</b>	16.600.241	17.118.034	17.502.487	17.892.444	18.215.871	1,8	100
Residencial	15.059.316	15.513.352	15.909.887	16.265.435	16.594.746	2,0	91,1
Industrial	121.742	122.803	124.041	106.379	105.911	-0,4	0,6
Comercial	1.039.930	1.096.823	1.077.671	1.126.185	1.116.948	-0,8	6,1
Rural	262.292	264.522	266.754	270.190	272.662	0,9	1,5
Poder público	82.710	84.379	86.553	88.096	88.224	0,1	0,5
Iluminação pública	17.730	19.243	19.736	21.283	22.223	4,4	0,1
Serviço público	12.182	12.488	12.964	13.301	13.586	2,1	0,1
Consumo próprio	4.339	4.424	4.881	1.575	1.571	-0,3	0,0

<sup>(1)</sup>População: Estimativa elaborada pela EPE baseada na “Projeção da População do Brasil” do IBGE

Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018a; BRASIL, 2010a <sup>(1)</sup>).

Em cenários apresentados pela OECD (2018) estimou-se que o uso de energia elétrica comercial total cresça cerca de 80% até 2050, atingindo 254,5 (TWh) e que o PIB mundial deve ser quadruplicado. Para o mesmo ano, com base nos níveis de 2010, espera-se uma redução de 40% na relação entre consumo de energia e PIB em virtude de melhorias contínuas de eficiência energética.

Quando tratado o consumo de energia elétrica por setor, o Balanço Energético Nacional (BEN), para o qual o processo de coleta e tratamento dos dados vem se ajustando à atual Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), confirmou que a fonte de consumo “eletricidade” está presente no setor agropecuário (BRASIL, 2018a). Dessa forma, pode-se evidenciar o nexos alimento-energia. As diversas fontes de consumo de energia no setor agropecuário estão expostas na Tabela 7. Observa-se que houve um aumento, no período, para

<sup>17</sup> O horário de pico no consumo de energia é entre 18h00min e 21h00min, de segunda à sexta. Neste intervalo, o consumo de energia elétrica é mais elevado, porque estão funcionando ao mesmo tempo, além das fábricas, a iluminação pública e residencial e vários equipamentos domésticos.

a fonte “eletricidade”, passando de 1.582 (10<sup>3</sup> tep) em 2008 e, chegando a 2.470 (10<sup>3</sup> tep) em 2017.

Para a geração elétrica, a partir de energias não renováveis, houve uma representação de 20,8% do total nacional em 2017, contra 19,6% em 2016. A matriz energética brasileira é composta por 40% de energias renováveis, enquanto a média dos outros países é de 13%. Contudo, para o ano de 2017, a ambição do país era atingir 45% de energias renováveis na composição de matriz energética até 2030, aumentando a parcela de participação de fontes eólica, biomassa e solar no fornecimento de energia elétrica e chegar a 60% em 2040 (BRASIL, 2017b).

Tabela 7 - Fontes de consumo de energia no setor agropecuário

Fontes	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Lenha	2.538	2.411	2.523	2.446	2.421	2.639	2.682	2.814	2.618	3.136
Óleo Diesel	5.685	5.515	5.772	5.662	5.889	5.888	6.184	6.327	5.240	4.793
Óleo Combustível	68	68	79	17	21	29	24	14	11	13
Gás Liquefeito de Petróleo	22	23	8	12	11	12	2	2	18	20
Querosene	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eletricidade	1.582	1.521	1.629	1.846	2.001	2.045	2.285	2.303	2.428	2.470
Carvão Vegetal	7	7	8	7	7	8	8	8	8	9
Etanol Hidratado <sup>1</sup>	6	7	8	9	10	11	11	13	9	9
Total (10 <sup>3</sup> tep) <sup>18</sup>	9.909	9.552	10.027	9.999	10.361	10.632	11.196	11.480	10.332	10.450

<sup>1</sup> utilizado como combustível em aviões agrícolas, para fertilização

Fonte: (BRASIL, 2018a).

À medida que a comunidade internacional discute formas e meios para alcançar sistemas de energia mais sustentáveis, considerando que a transição para sistemas energéticos mais sustentáveis é urgente, é vital lembrar que cerca de dois bilhões de pessoas no mundo ainda carecem de energia elétrica. Dados da FAO (2017) mostraram que há muitas pessoas, nos países em desenvolvimento, que vivem em áreas rurais que dependem de escassos recursos energéticos para suas necessidades de subsistência, e são essas pessoas que contam com pouca ou nenhuma energia disponível para atividades produtivas básicas ou geradoras de renda.

A expansão do acesso aos serviços de uso final com base na utilização de energia moderna é considerada como um elemento essencial para atingir os ODS, sendo que o Objetivo 7 “garantir acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos” representa

<sup>18</sup> tep "tonelada equivalente de petróleo" é uma unidade de energia definida como o calor libertado na combustão de uma tonelada de petróleo cru, aproximadamente 42 gigajoules. Uma tep corresponde à energia que se pode obter a partir de uma tonelada de petróleo padrão, sendo essa a unidade de energia para apresentação dos balanços energéticos nacionais (BEN), bem como do balanço energético mundial consolidado.

um dos objetivos mais abrangente do desenvolvimento sustentável. Ações determinadas e apoiadas por compromissos políticos são fundamentais para enfrentar o desafio da oferta e do acesso à energia moderna para toda a população.

A geração de energia elétrica na área de estudo segue a característica brasileira de geração de energia, de base hidrelétrica, sendo as hidrelétricas de Paraibuna e a Usina do Funil, citadas no item “2.2.1 A disponibilidade hídrica e o consumo” desta tese, são as principais geradoras de energia elétrica na região.

Quanto à produção de energia solar, conforme dados do Ministério de Minas e Energia, o Brasil, ao final de 2016, contava com 81 MWp<sup>19</sup> de potência instalada em sistemas fotovoltaicos, o que representa cerca de 0,05% da capacidade total instalada no país. Desse total de 81 MWp existentes em 2016, 24 MWp correspondiam à geração centralizada e 57 MWp à geração distribuída (BRASIL, 2017d).

Os estados de São Paulo e Rio de Janeiro e, especificamente a área de estudo, se beneficiam de altas intensidades de radiação solar, devendo considerar que a energia fotovoltaica, assim como coletores solares para o aquecimento de água, apresentam potencial expressivo de serem implantados na busca de atingir ou, pelo menos, se aproximar da meta de energia renovável referida no Objetivo 7 dos ODS que é, de até 2030, “aumentar significativamente a proporção de energia renovável no conjunto de fontes de energia”.

O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) assegurou que, ainda que essas regiões possam experimentar curtos períodos com maior nebulosidade, a energia solar apresenta um grande potencial de aproveitamento energético sendo que os valores de irradiação solar global incidente em qualquer região do território brasileiro (valores entre 1500-2500 kWh/m<sup>2</sup>) são superiores aos da maioria dos países da União Europeia, como Alemanha (900-1250 kWh/m<sup>2</sup>), França (900-1650 kWh/m<sup>2</sup>) e Espanha (1200-1850 kWh/m<sup>2</sup>), onde projetos para aproveitamento de recursos solares, alguns contando com fortes incentivos governamentais, são amplamente disseminados (BRASIL, 2017b).

Pode-se afirmar que, em quase todo o território brasileiro há condições para produção de calor para o setor industrial e agropecuário em temperaturas abaixo de 100 °C, o que engloba uma ampla gama de processos. Quanto à tecnologia termossolar, há também a possibilidade de

---

<sup>19</sup> Mega Watt-pico são as características elétricas de células solares e, portanto, do módulo como um todo, variando, principalmente, conforme a intensidade da radiação. Na energia fotovoltaica, a produção máxima de um gerador solar em condição padrão é definida como sua potência-pico, medida em Watt ou Watt-pico (Wp).

atender os processos acima de 100 °C se for considerar o uso da energia solar para pré-aquecimento, por exemplo.

### 2.3 PROJEÇÃO DA POPULAÇÃO E OS RECURSOS NATURAIS

No centro do desenvolvimento sustentável estão as populações humanas, as quais são os mais importantes agentes na implementação da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Dados da United Nations (2017) registraram que a população urbana do mundo cresceu rapidamente, passando de 746 milhões em 1950 para 3,9 bilhões em 2014. Este documento destacou que a Ásia, apesar de seu baixo nível de urbanização, abriga 53% da população urbana do mundo, seguida da América do Norte (20%), Europa (14%) e América Latina e Caribe (13%). A previsão é que o crescimento populacional e a urbanização continuem a adicionar 2,5 milhões de pessoas à população urbana mundial até 2050, caso nenhuma grande catástrofe natural ou na saúde humana, por ocasiões de grandes aglomerações, aconteça.

Desde 1951, vem sendo preparada uma Revisão das Perspectivas da População Mundial, sendo que em 2017 foi realizada a vigésima quinta estimativa e projeções oficiais da população baseadas em censos nacionais de população para avaliar as tendências populacionais nos níveis global, regional e nacional (UNITED NATIONS, 2017a). De acordo com este resultado, a população mundial totalizou quase 7,6 bilhões a partir de meados de 2017, conforme apresenta a Tabela 8, ou seja, foi adicionado no planeta aproximadamente um bilhão de habitantes nos últimos doze anos.

Tabela 8 - População no mundo e regiões (2017, 2030, 2050 e 2100)

Região	População (bilhões)			
	2017	2030	2050	2100
Mundo.....	7 550	8 551	9 772	11 184
África.....	1 256	1 704	2 528	4 468
Ásia.....	4 504	4 947	5 257	4 780
Europa.....	742	739	716	653
América Latina e Caribe.....	646	718	780	712
América do Norte.....	361	395	435	499
Oceania.....	41	48	57	72

Fonte: Autoria própria, a partir de (UNITED NATIONS, 2017a).

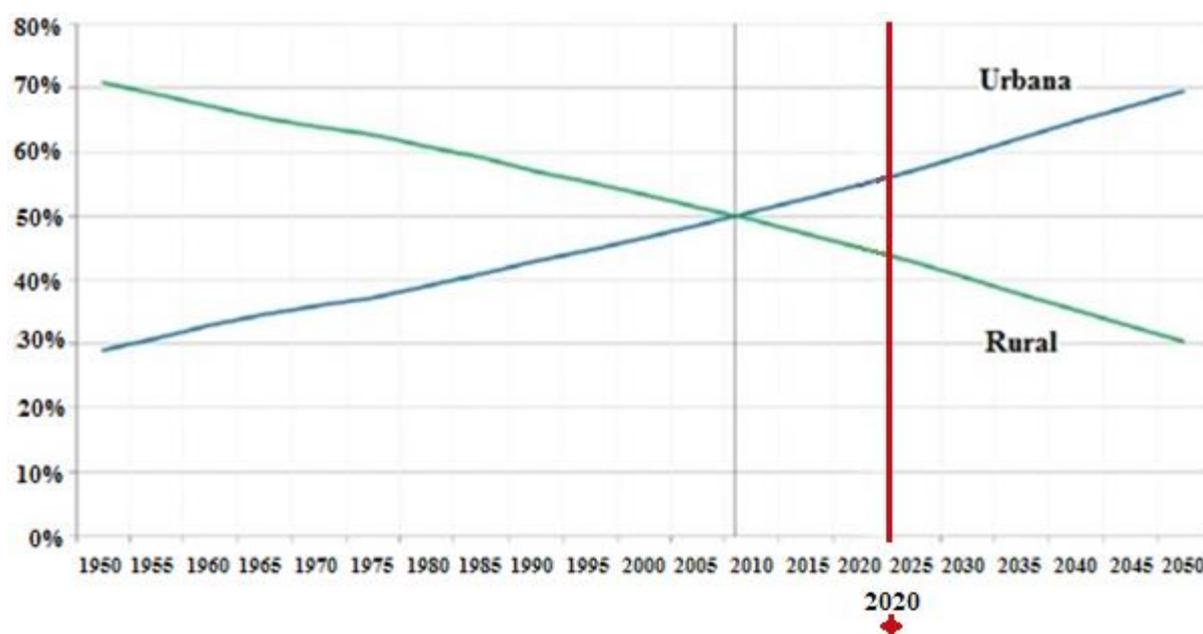
Em 2017, aproximadamente, sessenta por cento das pessoas do mundo viviam na Ásia (4,5 bilhões), 17% na África (1,3 bilhão), 10% na Europa (742 milhões), 9% na América Latina e Caribe (646 milhões) e os restantes 6 % na América do Norte (361 milhões) e Oceania (41 milhões). A China (1,4 bilhão) e a Índia (1,3 bilhão) continuam sendo os dois países mais

populosos do mundo, com 19 e 18% do total global, respectivamente (UNITED NATIONS, 2017a).

Em 2050, espera-se que a população urbana do mundo quase dobre, tornando a urbanização uma das tendências mais transformadoras do século XXI. As populações, as atividades econômicas, as interações sociais e culturais, bem como os impactos ambientais e humanitários estão cada vez mais concentradas nas cidades, o que representa desafios extraordinários de sustentabilidade em termos de habitação, infraestrutura, serviços básicos, segurança alimentar, saúde, educação, empregos dignos, segurança e recursos naturais, entre outros (EQUADOR, 2016).

Segundo o Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais do Secretariado das Nações Unidas, a população mundial é projetada para ser urbana (UNITED NATIONS, 2017a). O documento afirmou que, globalmente, mais pessoas vivem em áreas urbanas do que em áreas rurais, com 57 por cento da população mundial residindo em áreas urbanas em 2019. A Figura 22 exhibe, em porcentagem, a população rural e urbana no mundo, iniciando no ano de 1950 e com projeções para até 2050.

Figura 22 - Porcentagem da população urbana e rural no mundo



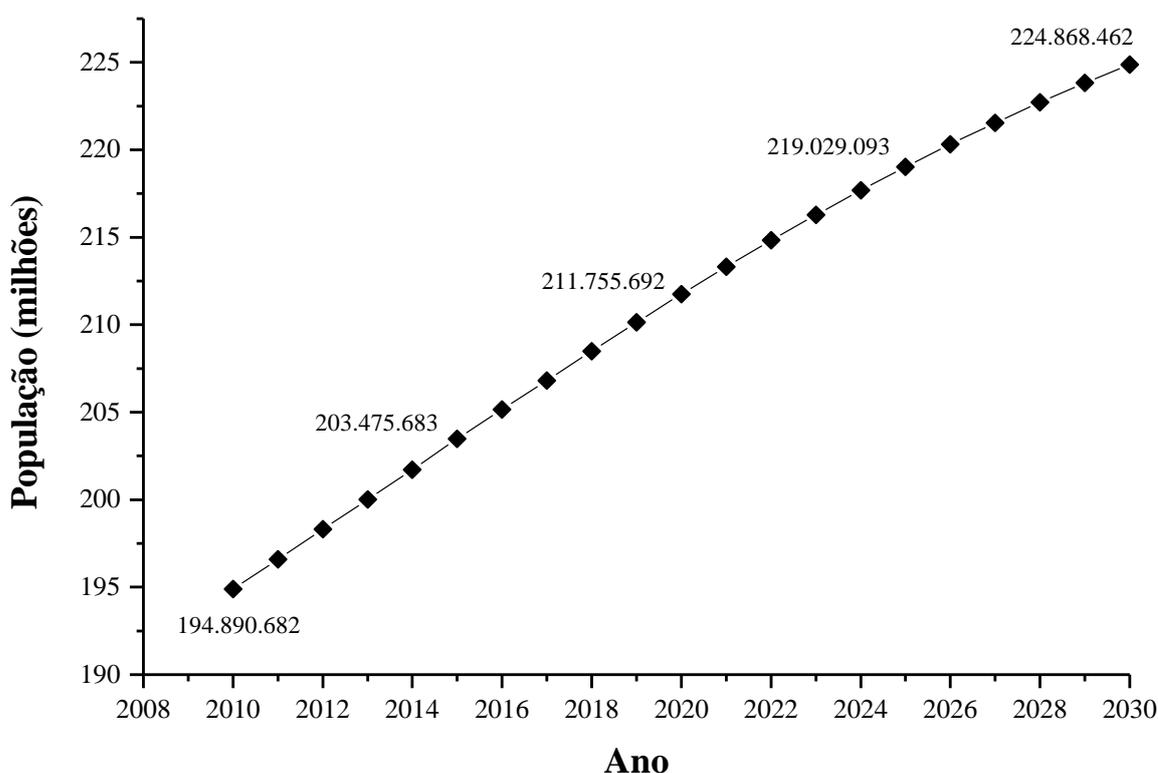
Fonte: Adaptada pela autora, a partir de (UNITED NATIONS, 2017a).

Nessa análise, em 1950, somente 30% da população mundial eram urbanas e, para o ano de 2050 a projeção aponta que passará a ser próximo a 70%. Nota-se que desde 1950 e acentuando em 2007, quando chegou a 50%, o êxodo da população rural em direção às áreas urbanas tem sido um processo contínuo, chegando a pouco mais de 57% em 2020.

Compreender os fluxos de energia relacionados ao crescimento populacional como um sistema, especialmente nas cidades, ou seja, compreender o nexu AAE é o desafio para investigações científicas e para o desenvolvimento sustentável. Deve-se considerar que na medida em que as cidades continuam a crescer, pesquisas e políticas públicas integradas para a melhoria dos sistemas e da vida dos seres vivos são cada vez mais necessárias.

Dados do IBGE (BRASIL, 2018b) registraram que o Brasil contava com 208,4 milhões de habitantes em 2018, estimando a taxa de crescimento populacional de 0,82% entre 2017 e 2018, chegando a mais de 210 milhões em 2019. A Figura 23 apresenta dados da projeção da população no Brasil até o ano de 2030.

Figura 23 - Projeção da população no Brasil (2010 - 2030)



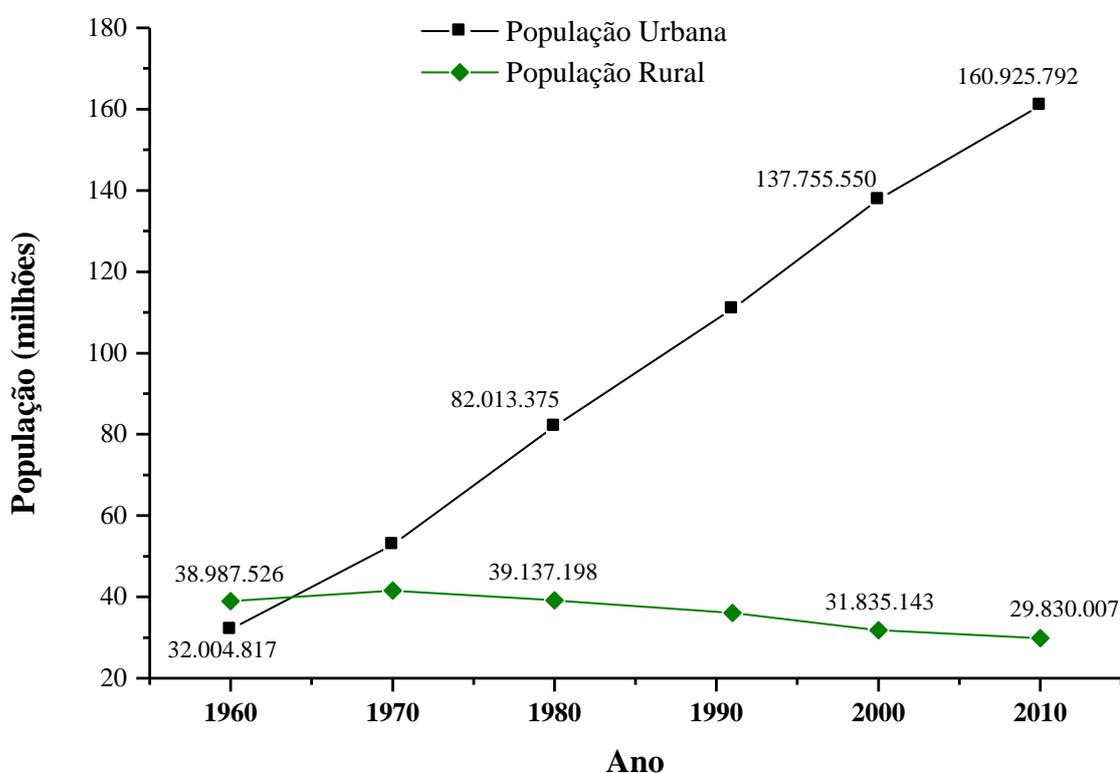
Fonte: Autoria própria, a partir de IBGE (BRASIL, 2018d).

A projeção da população apresenta o total próximo a 212 milhões de pessoas para o ano de 2020 e, ultrapassa 224 milhões de pessoas vivendo no Brasil em 2030. Brasil (2018b) relatou um significativo crescimento, numa estimativa de que pode chegar a 233 milhões de pessoas no ano de 2050. O IBGE (BRASIL, 2018b) revelou que os três estados mais populosos estão na região Sudeste - São Paulo apresenta 21,9% da população do país e segue como líder no número de habitantes por estado; por outro lado, os cinco menos populosos estão na região Norte, sendo Roraima o menos populoso, com 576,6 mil habitantes, 0,3% da população total.

Nesse contexto, quando se trata de projeção da população, na elaboração dos parâmetros e hipóteses para a migração internacional, numa revisão de 2018, foram monitorados os fluxos migratórios de todas as nacionalidades, chegando-se à conclusão de que as entradas e saídas no território brasileiro se compensavam com saldo migratório próximo a zero. A única exceção foram os fluxos oriundos da Venezuela, resultando no impacto local em Roraima, para a qual o IBGE (BRASIL, 2018b) relatou que até o ano de 2017, Roraima contou com a emigração de 20,5 mil pessoas vindas daquele país e, estimativas apontam que será entre 2015 e 2022 o período que haverá a migração de cerca de 79,0 mil venezuelanos para aquele Estado.

Contudo, os dados e as estimativas confirmam que, a maior parte da população está e estará concentrada nas grandes cidades e não em áreas rurais, ou seja, não em áreas onde os alimentos são produzidos, mas sim em locais onde o consumo dos recursos água, alimento e energia são mais exigidos. No Brasil, a distribuição da população nas áreas urbana e rural pode ser visualizada na Figura 24.

Figura 24 - População urbana e rural no Brasil (1960 - 2010)



Fonte: Autoria própria, a partir de IBGE (BRASIL, 2018d).

Igualmente com o que ocorre com a população mundial, no Brasil houve um decréscimo da população residente em áreas rurais, o qual foi mais significativo entre as décadas de 1980

e 2000, com o conseqüente aumento da população urbana. Nesse período observaram-se 47,7% a mais de pessoas vivendo nas cidades, número que segundo o IBGE, continua crescendo.

A produção de alimentos e o crescimento demográfico possuem uma autêntica inter-relação com o consumo de água, alimento e energia. Dessa forma, deve-se considerar a ampla importância de tais temas serem tratados conjuntamente, como um sistema, bem como constituir as atividades humanas, as políticas públicas e a ciência, instrumentos para a busca da integralidade de ações nesses campos de pesquisas, visando contribuir para a construção de resultados sistêmicos e sólidos para o homem e para a natureza.

O setor agrícola da América Latina e Caribe (ALC) contribui com 5% do Produto Interno Bruto (PIB), responde por 23% do total de suas exportações e emprega 16% da força de trabalho urbana e 58% da força de trabalho rural. O setor agropecuário não apenas desempenha um papel fundamental na economia da região, mas também na oferta mundial de alimentos em termos de exportações (FAO, 2017). Todavia, a agricultura tem sido a atividade econômica mais atingida pelas mudanças climáticas. Estima-se que, entre os anos de 2003 e 2013, 22% dos danos e perdas causados por desastres de média e alta intensidade em países em desenvolvimento ocorreram no setor agrícola, 80% desses danos, relacionados à seca, estão concentrados nesse setor. Na ALC, essas perdas estiveram ligadas principalmente a inundações (58%), secas (29%) e tempestades (13%), resultando em uma queda de 2,7% no crescimento esperado neste setor e um aumento de 25% nas importações de alimentos naquele período (EL SALVADOR, 2018).

Na análise da WWAP (2015), uma grande prioridade para a região da ALC é construir a capacidade institucional formal para gerenciar os recursos naturais e levar a integração sustentável da gestão e uso dos recursos hídricos ao desenvolvimento socioeconômico e à redução da pobreza. Outra prioridade é garantir a plena realização do direito humano à água potável e ao saneamento adequado a todos.

A nova Agenda de ação da ONU para o Desenvolvimento Sustentável, com projeção para 2030, é centrada nas pessoas, e assim, como estabelecido em 2015, reafirma que ninguém será deixado para trás e, declara ser uma agenda universal e transformadora, e que as Metas e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável devem ser integrados e indivisíveis, equilibrando as três dimensões do desenvolvimento sustentável: econômico, social e ambiental.

#### 2.4 MÉTODOS UTILIZADOS NA ANÁLISE DO NEXO AAE E INTERVENÇÕES DA REALIDADE SOCIAL

Os métodos e ferramentas existentes para as diferentes análises do nexo AAE, assim como diagnósticos e esquemas, surgem no campo acadêmico com o objetivo de alcançar

indicadores para a aplicação em diferentes níveis, escalas e atividades humanas. Porém, para a aplicabilidade de cada método específico existe a necessidade de dados exatos e disponíveis, o que nem sempre é possível. Entretanto, o foco das pesquisas e aplicações do conceito do nexu AAE aparecem em nível nacional ou global para a compreensão de análises de coeficiente macro. Contudo, os grandes desafios do nexu AAE estão em investigar e compreender como acontecem as inter-relações desses recursos nos núcleos familiares, nas comunidades e pequenos empreendimentos em nível local. A seguir estão descritas ferramentas utilizadas nas diferentes análises do nexu AAE.

➤ MuSIASEM (Análise Integrada em Multi-Escala do Metabolismo Social e do Ecossistema). Giampietro (2008) apresentou os três pontos do raciocínio por trás do esquema MuSIASEM: (i) metabolismo endossomático e exossomático em relação ao esquema de fundos de fluxo de Georgescu-Roegen<sup>20</sup>; (ii) a analogia bioeconômica das partes hiperciclo e dissipativa nos ecossistemas; (iii) a dramática realocação do tempo humano e padrões de uso da terra em vários setores da economia moderna. O esquema de fundos de Georgescu-Roegen é tratado por diferentes autores, e dentre eles Cechin e Veiga (2010), os quais afirmaram que a maior contribuição de Georgescu-Roegen foi evidenciar que a ocorrência de mudanças qualitativas na economia não é nenhuma questão periférica, e “se a economia pega recursos de qualidade de uma fonte natural e despeja resíduos sem qualidade para a economia de volta para a natureza, então não é possível tratar a economia como um ciclo fechado e isolado da natureza”. Esse resíduo produzido por essa transformação não entra de novo no sistema produtivo.

➤ A Análise do Ciclo de Vida – ACV, baseada em modelos econômicos, também chamada de EIOLCA (*environmental input-output life cycle assessment*), utiliza a ideia da matriz insumo-produto de Leontief<sup>21</sup>, complementada por matrizes de uso de recursos, energia e emissões das atividades da economia do país (MATTHEWS e SMALL, 2001; HENDRICKSON, LAVE e MATTHEWS, 2006). Para a análise EIOLCA utilizaram dados

---

<sup>20</sup> Na década de 1970, o metabolismo energético e material da sociedade humana, também denominado esquema de fundos de fluxo, foi amplamente aplicado a sistemas agrícolas, sistemas econômicos e, em geral, para descrever a interação entre sistemas socioeconômicos e seu ambiente. O romeno Georgescu-Roegen (1906-1994), matemático e estatístico, foi membro de um grupo de estudos que reunia economistas como Wassily Leontief, Oskar Lange, Fritz Machlup, Nicholas Kaldor, e Paul Sweezy, além do próprio Schumpeter (Beard e Lozada, 1999; Dragan e Demetrescu, 1986; Maneschi e Zamagni, 1997). Foi também autor do clássico artigo "The Pure theory of consumer Behaviour" de 1936, que trata da teoria do consumidor e da produção.

<sup>21</sup> A teoria da matriz insumo-produto foi desenvolvida pelo economista russo Wassily Leontief. Como o próprio nome sugere, essa teoria permite a identificação da interdependência das atividades produtivas no que concerne aos insumos e produtos utilizados e decorrentes do processo de produção.

genéricos disponíveis em bancos de dados. Assim como, a análise do inventário é a fase que mais consome recursos, substituir a coleta de dados *in loco* por dados prontamente acessíveis acelera muito a avaliação e contornam-se os problemas apontados com as abordagens anteriores (RUY e ALLIPRANDINI, 2010).

➤ WEF Nexus Tool 2.0. O WEF Nexus Tool 2.0 é um modelo *input-output* desenvolvido por Daher e Mohtar (2015), é uma ferramenta que analisa os requisitos de recursos nacionais associados a diferentes cenários de autossuficiência alimentar. Os usuários identificam e inserem dados como informações nacionais de água, alimentos e energia, perfil alimentar local e também de importação-exportação. A ferramenta é de acesso aberto para os usuários.

➤ CLEWs (*Climate, Land-use, Energy-Water strategies*) é uma estrutura para uma abordagem de sistemas intersetoriais para os desafios do nexo desenvolvidos por Howells et al. (2013). Sua estrutura conceitual está focada na identificação de *feedbacks* em todos esses sistemas e usa as interconexões para determinar como as mudanças em um setor influenciam e são influenciadas pelos outros setores. Os CLEWs foram aplicados a vários estudos de caso em toda a África, pequenos estados insulares em desenvolvimento e bacias transfronteiriças europeias com ênfase em questões de nexo específicos ao contexto, tais como (mas não limitados a) ligações entre a disponibilidade de água, produção de energia hidrelétrica, serviços ecossistêmicos, e intensificação agrícola (KTH, 2017).

➤ Foreseer. A ferramenta Foreseer utiliza diagramas Sankey para visualizar e rastrear recursos de energia, água e terra da fonte ao serviço, nos diversos cenários socioeconômicos e de mudanças climáticas. Os usuários criam cenários personalizados de políticas de água e energia, por meio de uma interface on-line, enquanto os impactos ambientais são computados como saída. Os desenvolvedores do Foreseer, da Universidade de Cambridge, publicaram uma versão global do Foreseer de três modelos, em escala nacional e local, aplicáveis à China, ao Reino Unido e ao estado da Califórnia (ALLWOOD et al., 2012).

➤ WEAP-LEAP. O WEAP (*Water Evaluation and Planning System*) e o LEAP (*Long Range Alternatives Planning System*) são ferramentas para o Sistema de Avaliação e Planejamento de Água e para o Sistema de Planejamento de Alternativas de Longo Alcance, dois modelos de softwares desenvolvidos pelo Stockholm Environment Institute (SEI). Individualmente, as ferramentas foram aplicadas em todo o mundo para apoiar medidas políticas alternativas em recursos hídricos e desafios energéticos. Os modelos foram integrados em 2014, tornando-se "WEAP-LEAP". O modelo funciona através da troca de parâmetros e saídas, como as necessidades de energia hidrelétrica ou de água de resfriamento (SEI, 2013; 2014).

➤ Os indicadores ambientais da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE são regularmente utilizados nos exames dos desempenhos ambientais e, constituem uma valiosa ferramenta no acompanhamento da integração das decisões econômicas e ambientais, na análise das políticas de meio ambiente e na avaliação dos resultados e, contribuirão igualmente para o objetivo mais amplo de relatar fatos sobre o desenvolvimento sustentável (OCDE, 2018).

## 2.5 O NEXO E OS SETORES DE ÁGUA, ALIMENTO E ENERGIA

A análise do fluxo de energia na agricultura e uma proposta do que deveria ser a visão ecológica global territorial foram apresentadas entre o fim do século XIX e princípios do século XX pelos cientistas russos Vernadsky e Podolinsky. Em 1880, Podolinsky estudou a economia como um sistema de conversão de energia, e defendeu seus fundamentos na economia de energia da humanidade, recordando a história do que têm sido as principais fontes de energia antes e depois da industrialização (MARTÍNEZ-ALIER e SCHLÜPMANN, 1987).

Conforme Martínez-Alier (2002), Podolinsky investigou os efeitos ou externalidades ambientais (isto é, os efeitos dos preços de mercado não medidos) no uso de energia como dos combustíveis fósseis, o que nas atuais pesquisas podem ser investigadas, por exemplo, a energia nuclear (efeito estufa, resíduos radioativos, entre outros). Na investigação de Podolinsky foi comparada a produtividade energética de vários ecossistemas, como florestas e campos naturais, bem como pastagens artificiais e campos agrícolas. Seus resultados revelaram que uma caloria de trabalho humano ou animal contribuiu para produzir entre 20 e 40 calorias extras. Foi questionado então: de onde vinha a capacidade humana para o trabalho? Se considerado o corpo humano como uma espécie de motor térmico, por assim dizer, sabe-se que a capacidade de trabalho surge a partir do consumo de alimentos, o que é chamado de energia Lotka<sup>22</sup>. Odum (1970) afirmou que a biosfera, como o maior ecossistema das grandes porções da natureza (assim como as florestas, os mares e as amplas cidades), também apresenta subseções e zonas que possuem funções organizadas por seus processos físicos e organismos em sistemas.

Segundo Mo et al. (2011), a energia incorporada está associada à provisão de água e compreende uma parte importante da gestão dos recursos hídricos, sendo importante quando se considera a sustentabilidade. Para Odum e Odum (2001), a energia de um recurso, como estoque ou como fluxo, corresponde ao trabalho feito na sua produção, a qual representa todas

---

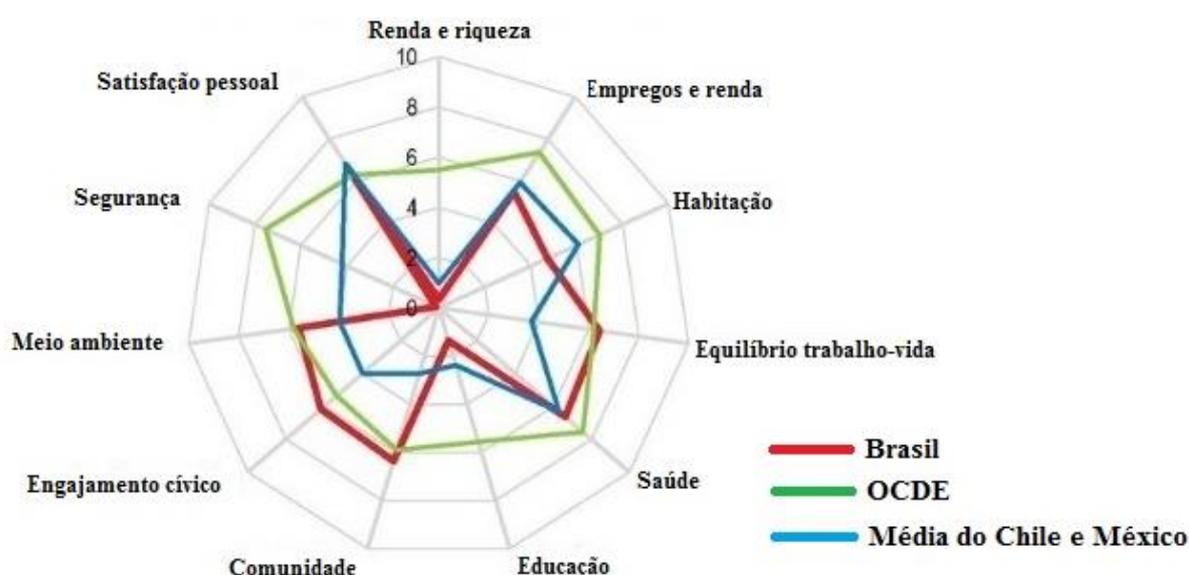
<sup>22</sup> Energia Lotka é assim chamada por ter sido descrita, em 1920, por Alfred Lotka, estabelecendo que, na biosfera prevalecem os arranjos estruturais que aproveitam da melhor forma a energia disponível, a qual muda com o tempo, portanto, os arranjos também mudam.

as contribuições do ambiente e da economia. Okadera et al. (2015) asseguraram que, para conservar a segurança energética regional futura, é importante gerir eficazmente os recursos hídricos através da geração de eletricidade eficiente entre os setores e localidades, pois o suprimento de energia elétrica, muitas vezes, depende de recursos hídricos das províncias vizinhas.

O bem-estar humano depende da disponibilidade e da gestão controlada de água, alimentos e energia, e sua gestão é importante para manter todo o sistema que regula as condições de vida. As interconexões entre esses recursos, também chamado de nexos água-alimento-energia, deixam claro que a gestão de cada um deles não pode ser considerada isoladamente, mas deve ser vista como parte de um sistema integrado (GIAMPIETRO et al., 2013).

O Objetivo 3 dos ODS, “garantir uma vida saudável e promover o bem-estar de todos em todas as idades”, é amplo e vasto, delimitando que a saúde e o bem-estar se relacionam com todos os ODS que se referem a acabar com a pobreza e a gestão sustentável de água e saneamento, o acesso à energia e o uso sustentável dos recursos marinhos, a educação, a não violência, habitação e questões de gênero, entre outros. Segundo Brasil (2018b), os desafios são as definições de metodologia e compatibilização de informações para transformá-las em indicadores. Na Figura 25 estão expostos os indicadores de bem-estar no Brasil, com base no “Índice de Vida Melhor 2017 da OCDE”.

Figura 25 - Indicadores de bem-estar



Fonte: Adaptado de (OCDE, 2018).

Os indicadores de bem-estar apresentam índices para uma vida melhor e, segundo OCDE (2018), cada dimensão de bem-estar é medida por um a quatro indicadores do conjunto de indicadores de Vida Melhor. É realizada uma média simples para cada indicador normalizado. Os indicadores são normalizados entre 10 (melhor) e 0 (pior) de acordo com a equação (1).

$$\text{Indicador de Vida Melhor} = \frac{\text{valor do indicador} - \text{pior valor mínimo}}{\text{melhor valor} - \text{pior valor}} \cdot 10 \quad (1)$$

Conforme a avaliação da OCDE (2018) e baseadas nos dados selecionados disponíveis, o Brasil, em relação a outros países como o Chile e México, está acima da média em engajamento cívico e equilíbrio trabalho-vida, mas abaixo da média em educação, emprego, renda, habitação e segurança pessoal. Em termos de emprego, pouco mais de 60% das pessoas de 15 a 64 anos no Brasil possui emprego remunerado, o que está abaixo da média de emprego da OCDE que é de 67%. Aproximadamente 76% dos homens trabalham com remuneração, em comparação com 54% das mulheres. No item educação, 49% dos adultos entre 25 e 64 anos concluíram o ensino médio, muito abaixo da média da OCDE que é de 74%. Isso vale mais para as mulheres do que para os homens, uma vez que 46% dos homens concluíram com sucesso o ensino médio, em comparação com 52% das mulheres. Em termos de saúde, a expectativa de vida ao nascer no Brasil é de 75 anos, cinco anos a menos que a média da OCDE de 80 anos. Dessa forma, os indicadores não devem servir apenas aos interesses do Poder Público, para avaliar a eficiência e eficácia das políticas adotadas, mas devem servir também aos interesses dos cidadãos, tornando-se instrumento de cidadania, pois eles devem informar o estado do meio ambiente e da qualidade de vida (ONU, 2015; UNITED NATIONS, 2017).

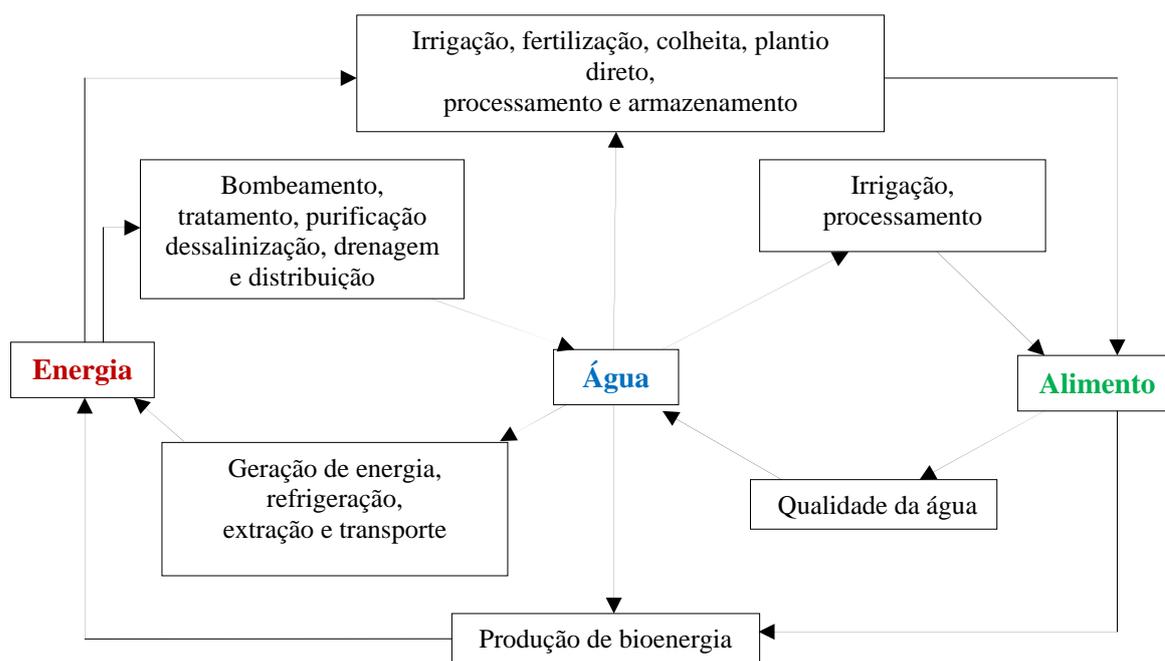
Quanto à importância na dimensão ambiental e social em que se apresentam os recursos naturais e socioeconômicos, os dados da FAO (2014) reforçou que deles se depende para atingir diferentes objetivos e interesses relacionados ao nexo água-alimento-energia e deve-se considerar a forma como são usados e gerenciados, com interdependências (dependendo umas das outras), restrições (impondo condições ou compromissos) e sinergias (reforçando-se mutuamente ou compartilhando benefícios), sendo que tais objetivos e interesses devem ser tratados com compromisso.

Pittock et al. (2015) avaliaram a existência de oportunidades consideráveis para melhorar os resultados de um desenvolvimento sustentável, para o qual devem ser encontradas soluções que acomodem múltiplos objetivos no nexo água-alimento-energia. Para FAO (2017), tais interações são complexas e dinâmicas, o que faz com que as questões setoriais não devam ser

analisadas isoladamente umas das outras. O nexo AAE enquadra-se para além das discussões sobre desenvolvimento sustentável, pois envolve alimentação e agricultura, erradicação da fome, redução da pobreza e geração e utilização dos recursos naturais e a manutenção dos ecossistemas de forma sustentável (FAO, 2014). É importante lembrar que tais conceitos estão determinados e estabelecidos nos ODS.

A cadeia agroalimentar representa cerca de 30% do consumo de energia do mundo e a agricultura é o maior consumidor de recursos hídricos do planeta, representando 80-90% de todo o uso de água doce (HOFF, 2011). Certas opções de tecnologia representam o nexo de formas particularmente severas, como a dependência de dessalinização de água com uso intensivo de energia ou a produção de biocombustíveis, desencadeando possíveis conflitos com os preços das commodities alimentares (IRENA, 2015). A Figura 26 ilustra as interligações dos diferentes elementos do nexo AAE, esquematicamente.

Figura 26 - Esquema de interação dos diferentes elementos do nexo AAE



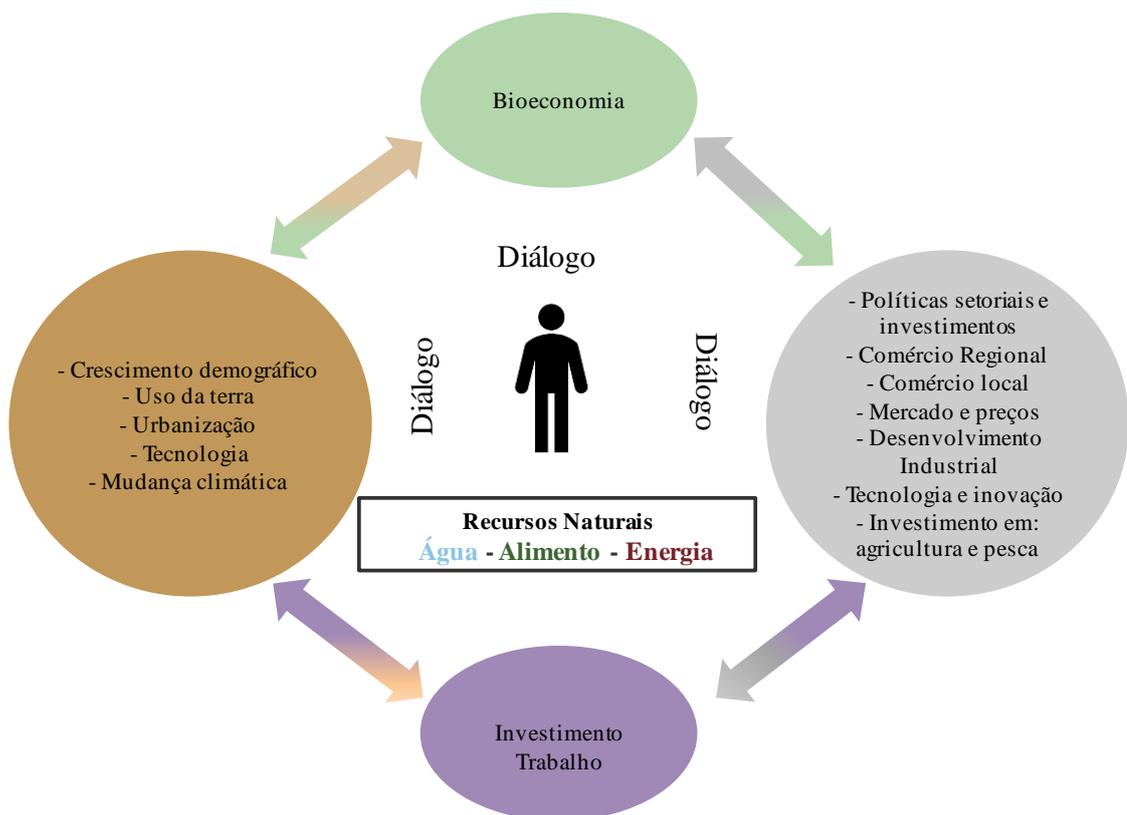
Fonte: Adaptado de (IRENA, 2015).

O desafio de atender à crescente demanda por água, alimentos e energia, somados aos efeitos que poderão ocorrer pelas mudanças climáticas, como eventos climáticos extremos, secas e inundações intensificadas, podem causar danos às culturas alimentares, sistemas elétricos e infraestrutura de água (IPCC, 2014). Diante disso, o Brasil enfrentou recentemente

várias secas, com evidências sugerindo que a mudança dos padrões de chuva levará à redução dos fluxos dos rios em várias áreas de captação (DAVIDSON, 2012; MARENGO, 2015).

Dessa forma, a gestão integrada dos recursos naturais, o maior envolvimento de atores políticos e sociais, a participação de profissionais qualificados para advertir sobre as diversas questões, a transparência e confiabilidade nos resultados das pesquisas, assim como, o acesso e a disponibilização de dados compreensíveis a todo público, se faz necessário. A Figura 27 apresenta os diferentes objetivos sociais, econômicos e ambientais relacionados ao nexo água-alimento-energia e o cenário de desenvolvimento. Nesse contexto, vislumbra-se a significativa necessidade de um diálogo entre os tomadores de decisões e partes interessadas, sendo o ser humano o centro dessa abordagem.

Figura 27 - Abordagem para o nexo água-alimento-energia e os objetivos sociais, econômicos e ambientais



Fonte: Autoria própria

Analisar e compreender a atuação dos diversos setores que tratam dos recursos água, alimento e energia e, a influência ambiental dos processos metabólicos desordenados, na socioeconomia e da alteração dos espaços que compõem o tecido das cidades, envolve estudar os fluxos de materiais que entram, sofrem transformações, saem da cidade e depois podem

ainda retornar à origem. Essa abordagem é frequentemente referida como o estudo do metabolismo urbano e no núcleo está o ser humano, buscando acompanhar toda transformação do ambiente onde vive e ao mesmo tempo sendo, ele, o ser humano, também um agente transformador.

As interações no contexto do nexu ocorrem em todo o planeta, como o crescimento demográfico, a urbanização, o desenvolvimento industrial, a modernização agrícola, o comércio internacional e regional, os mercados e preços, os avanços tecnológicos na modernização agrícola, e ainda envolvem as mudanças climáticas FAO (2014). Tais alterações implicam em impactos ambientais na base, causando escassez de recursos, afetando e sendo afetadas por diferentes objetivos e interesses políticos, sociais, econômicos e ambientais.

Giampietro (2018), ao se referir às bases dos recursos primários, destacou que é comum usar categorias semânticas como água, alimento e energia, mas estas não adicionam um significado que permitam fazer avaliações dos mesmos, enfatizando, ainda, que se deve referir às fontes primárias, transmissora e uso final. Nesse contexto, para a energia, as fontes primárias são as minas de carvão e as reservas de petróleo. As fontes transmissoras são a eletricidade, os combustíveis e entrada de calor do processo. O uso final corresponde ao transporte e à iluminação.

Ideia semelhante poderia ser aplicada para a água e para o alimento. A fonte primária de água é constituída por aquíferos e rios. As fontes transmissoras são a água azul, a água potável. O uso final corresponde ao uso humano, à irrigação e a dessedentação dos animais. Para o alimento, a fonte primária é o uso do solo, o qual faz o papel do transportador e fonte transmissora de nutrientes. O uso final seria a alimentação dos seres vivos, sendo que no caso do alimento, deve-se considerar que é também utilizado para nutrir os animais, os quais serão fontes de alimentos para o homem e, portanto, também faz parte dessa cadeia.

Na essência das mais diversas atividades da atualidade reside uma coerência das inter-relações dos recursos naturais que não vem sendo considerada adequadamente, uma vez que segundo Hoff (2011), se mantém a tradição de planejamento e ações setoriais, frequentemente exacerbando mecanismos custosos de compensações, externalidades e passivos. A geração de energia, por exemplo, acarreta elevada demanda por água ou mesmo sua poluição. A produção de alimentos em larga escala caracteriza equivalentes custos na alocação de insumos agrícolas, de recursos hídricos e de energia elétrica. A tão necessária água para o abastecimento público, demanda energia para captação, tratamento e distribuição. A produção industrial transcorre de modo inseparável das caracterizadas cadeias de provisão de materiais, energia e recursos hídricos, acarretando também a produção de resíduos, efluentes e pressões generalizadas sobre

os ecossistemas e seus serviços. As necessidades humanas e suas atividades, portanto, constituem-se muito mais por cadeias de elevadas interdependências e contingenciamentos intersetoriais do que pela desejável busca de sinergia e otimização de recursos.

Nesse contexto, surgiu a proposta de abordagem do nexos AAE, propondo manejo integrado e governança através de diferentes setores e distintas escalas territoriais, o que para Allouche, Middleton e Gyawali (2015) é uma proposta essencial ao desenvolvimento humano na busca de eficiência sistêmica como uma reflexão e como um contraponto ao desempenho isolado de cada um dos três setores.

As soluções do nexos precisam identificar clara e explicitamente os custos reduzidos e maiores benefícios para os seres humanos e para a natureza, em comparação com estratégias de setor único para água, alimento, energia e terra (BHADURI et al., 2015). As áreas com maior pobreza rural, desnutrição e insegurança alimentar também são aquelas com maior degradação da água e da terra (VOSTI e REARDON, 1997).

O aumento no número de queimadas e a destruição da floresta amazônica brasileira, no ano de 2019, levaram a diversas discussões nacionais e internacionais. Esse evento afeta a regulação dos processos que envolvem o ciclo hidrológico provocando mudanças climáticas locais e globais, já que o planeta é um sistema e, à medida que uma parte é afetada, o todo também o é. O desastre ambiental daquela magnitude acarreta significativa perda de biodiversidade, a qual nem sempre se reorganiza e ou se recupera. Essas mudanças também ocasionam sérios impactos negativos no uso da terra, na agricultura e produção de alimentos e, certamente, na saúde humana. Conforme Mercure et al. (2019), num cenário de altas emissões globais contínuas e conseqüente elevação de temperatura, com os incêndios ocorridos na Amazônia brasileira, degradando a vegetação e os ecossistemas severamente, a precipitação é também altamente perturbada, com aumento de até 60% nas regiões sul, enquanto pode diminuir em 40% nas regiões áridas do Nordeste brasileiro. Esses impactos provavelmente levarão a mudanças radicais na vegetação e cobertura da terra, incluindo a desertificação. Nesse contexto, a segurança alimentar e todos os aspectos relacionados são afetados, incluindo transporte, produção e consumo, acesso, uso e, principalmente, a estabilidade de preços.

Segundo Mercure et al. (2019), o nexos AAE é um dos mais complexos desafios de sustentabilidade enfrentados pelo mundo. Isso é particularmente verdadeiro no Brasil, onde interações pouco compreendidas no nexos estão contribuindo para o desmatamento em larga escala e mudanças no uso da terra, escassez de água e energia e maior vulnerabilidade às mudanças climáticas. O motivo é uma combinação de mudança ambiental global e mudança econômica global, colocando pressões sem precedentes no meio ambiente e nos ecossistemas

brasileiros. Nessas trajetórias de emissão, é provável que o Brasil experimente um dos efeitos mais pronunciados de mudanças nas temperaturas médias e precipitação e, conseqüentemente, na saúde da população.

Relacionado à área de estudo, a qual está inserida na Mata Atlântica, as diversas pesquisas mostram ser um bioma que desde a colonização portuguesa tem apresentado o uso intensivo e desregulado da terra. Entre esses usos estiveram a retirada do pau-brasil, depois o cultivo de cana-de-açúcar entre os séculos XVI e XVIII, passando pelos ciclos do ouro e do café e, recentemente pela pecuária e expansão urbana, sendo que, especificamente, no Vale do Paraíba, ocorreu também a expansão industrial. Nesse contexto, estão associados os desmatamentos com focos de queimadas, as quais estão presentes, principalmente na estação seca, em todo o perímetro da área de estudo. Segundo Martins (2013), o Brasil possui uma das biotas mais ricas do planeta, porém, ao longo dos anos, esta tem sido degradada de forma ostensiva. Embora tenha uma legislação ambiental considerada uma das mais completas do mundo, que possa garantir a preservação do grande patrimônio ambiental, incluindo a criação das UCs, esta não é cumprida de maneira adequada. Desse modo, faz-se importante a participação dos municípios e dos atores sociais na gestão e ordenamento territorial para as definições das ações no cumprimento das legislações.

Assim, os recursos naturais água, alimento e energia somente poderão ter o adequado uso se forem tratados com responsabilidade e se considerados as inter-relações em toda forma de gestão e, sempre, considerando o ser humano como centro do diálogo, tal como ilustrado na Figura 27.

### 3 MATERIAL E MÉTODO

O presente capítulo apresenta de que modo foi realizado a pesquisa bibliográfica e documental, o levantamento e coleta de dados, o universo da pesquisa e a pesquisa de campo, sendo que o processamento dos resultados e os métodos estatísticos utilizados para análise e correlações dos dados, bem como a concepção do sistema de indicadores ambientais no contexto do nexo água-alimento-energia, estão descritos na seção 5 deste trabalho.

#### 3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

##### 3.1.1 Pesquisa Bibliográfica e Documental

A pesquisa de literatura nacional e internacional foi realizada com intuito de investigar o que vem sendo discutido acerca da temática analisada no Brasil e no mundo, nesse sentido, auxiliou a compreensão e construção de conceitos importantes e o desenvolvimento do capítulo teórico. Entre as principais referências para a coleta de dados estiveram: United Nations World Water Assessment Programme (WWAP), Food and Agriculture Organization (FAO) e (FAO-BRASIL), OECD-FAO *Agricultural Outlook*, FAO and the *GlobalGoals*, *International Energy Agency* (IEA) and *World Energy Balances e Habitat III Nações Unidas Brasil - Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável*.

Para a pesquisa de artigos, livros e teses, as principais bases de dados consultadas foram: *Google Scholar*, *Sciencedirect*, *Scielo*, *Scopus*, *SpringerLink*, *Networked Digital Library of Theses and Dissertations (NDLTD)*, *World Scientific*, *Wiley InterScience* e *International Water Association (IWA) Publishing*. Definidos os termos de busca e as bases de dados, efetuou-se a pesquisa bibliográfica utilizando termos de busca combinados, pois, para o tema o nexo água-alimento-energia, tendo sido utilizadas combinações variadas. A classificação dos resultados das buscas foi realizada pelo critério de relevância dos trabalhos, por data de publicação para alcance do estado da arte e tendências na área de pesquisa. As publicações selecionadas e utilizadas na pesquisa bibliográfica permitiram identificar trabalhos de referência no contexto da tese.

Além disso, realizou-se pesquisa documental referente à legislação brasileira. Foram consultadas, a Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994, que dispõe sobre a Política Estadual dos Recursos Hídricos, a Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, a Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006, que cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (SISAN) com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências, a Lei nº 9.427, de 26 de 1996, que institui a

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências, as Políticas Nacional e Estadual do Meio Ambiente e a Constituição Federal do Brasil.

### 3.1.2 Levantamento e coleta de dados

Os dados dos 10 municípios foram coletados, principalmente, em sites brasileiros oficiais (IBGE, IP, IPEA, SEADE, SNIS, MAPA, EPE e FAO) e referências cruzadas com as informações obtidas diretamente nas Secretarias regionais e municipais. O PIB e o IDHM *per capita* para as cidades, assim como os elementos demográficos e socioeconômicos, foram adquiridos a partir das informações oficiais do IBGE.

Dados de geração e consumo de energia elétrica foram obtidos através de dados oficiais do Balanço Energético Nacional (BEN) e Empresa de Pesquisa Energética (EPE), sendo que documentos específicos dos municípios puderam ser coletados também com as concessionárias de geração de energia: a Companhia Energética de São Paulo (CESP); as concessionárias de distribuição (EDP - São Paulo), Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), Companhia Piratininga de Força e Luz (CPFL), Eletricidade e Serviços S.A. (Elektro), Eletricidade de São Paulo S.A. (Eletropaulo), Grupo Energisa e a Companhia Paulista de Transmissão de Energia (CTEEP). Os valores correspondentes às tarifas de energia elétrica estadual foram obtidos na Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (ARSESP) e na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

Para informações sobre produção e consumo de alimentos foram utilizadas estimativas do censo agropecuário do IBGE 2006 e 2017, com referências da Produção Agrícola Municipal (PAM), a qual fornece informações sobre áreas de lavouras, produção obtida, rendimento médio e valor da produção para 31 produtos agrícolas das lavouras temporárias e 33 produtos das lavouras permanentes, em nível de Município, Microrregiões, Mesorregiões, Unidades da Federação, Grandes Regiões e Brasil. Ainda com base no censo do IBGE 2010, a Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF), Consumo Alimentar Domiciliar *per capita* (2011-2012), foi base de dados secundários do consumo real de alimentos.

Os alimentos de maior produção local foram utilizados como base para a classificação e para os estudos estatísticos desta pesquisa. Para os municípios de Paraty e Ubatuba, o item de maior produção municipal é o pescado, item tratado na pesquisa. Dessa forma, para o município de Ubatuba, a produção pesqueira teve como fonte de dados o Instituto de Pesca de São Paulo (IP) e da Secretaria de Abastecimento e Pesca municipal e, para o município de Paraty, Estado do Rio de Janeiro, as informações foram obtidas através da Fundação Instituto de Pesca do Rio

de Janeiro (FIPERJ) e da Secretaria de Pesca e Agricultura municipal. Para esses dois municípios, as coletas de dados das atividades pesqueiras foram obtidas através de informações oficiais disponíveis nos sites do IBGE, MAPA e Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA) e, para complementar as informações sobre a utilização dos recursos água e energia elétrica na produção e conservação do pescado, os dados foram obtidos diretamente nas Secretarias de Abastecimento e Pesca dos dois municípios.

Para os municípios de Areias, Cunha, Guaratinguetá, Lagoinha, Lorena, São José do Barreiro, São Luís do Paraitinga e Silveiras, os itens selecionados foram feijão, arroz, mandioca e milho. É importante relatar que, esses são os itens classificados como “principais produtos da alimentação do brasileiro” pelo Censo Agropecuário do IBGE para a região de estudo, em quantidade colhida (kg) e área cultivada (ha), sendo também os principais itens citados por representantes das ONGs, assim como pelos agricultores locais. Somente para o município de Cunha foram levantados dados da agricultura orgânica ali praticada, assumindo como alimentos a produção de legumes, verduras e raízes (olericultura). Dessa forma, para os municípios de Paraty e Ubatuba, o item pescado, por ser a maior produção de alimento e a mais significativa, foi a variável escolhida para ser tratada nesta pesquisa.

Para a geração dos mapas de localização e cartas temáticas das áreas utilizou-se o Geographic Position Spatial - *GPS*, sendo os mapas georreferenciados por meio da ferramenta que permite a interpolação de dados do programa *QGIS*<sup>23</sup>, os quais foram armazenados em um arquivo de extensão *shapefile*. Para tal procedimento, foi utilizada a ferramenta “*Editor*” do mesmo programa.

### 3.1.3 Universo da pesquisa

Abrangeu o universo de investigação do presente trabalho o município de Cunha como elemento central da pesquisa, e os nove municípios: Areias, Guaratinguetá, Lagoinha, Lorena, São José do Barreiro, São Luiz do Paraitinga, Silveiras e Ubatuba no Estado de São Paulo, e Paraty no Estado do Rio de Janeiro. Estes nove municípios, classificados como municípios vizinhos e ou confrontantes, foram abordados conforme o nexo água-alimento-energia aplicado à rede de influências entre as cidades, numa análise centrada no município de Cunha.

---

<sup>23</sup> O QGIS, criado em 2002, é um *software* livre e gratuito, é amplamente utilizado por diversas instituições, possui ferramentas e funcionalidades que podem ser usados para produção de mapas e análises de geoprocessamento, possibilita a utilização de ferramentas da informática associado a dados estatísticos.

### 3.1.4 Pesquisa de campo

Quanto às coletas de informações realizadas *in loco*, como o consumo e produção de água e de energia elétrica para a produção de alimentos no município de Cunha, estas foram obtidas com os representantes das duas ONGs atuantes no município, SerrAcima e BioCunha, e ou diretamente com os agricultores. Para as informações da produção de arroz no município de Guaratinguetá, além de fontes estaduais oficiais, os dados também foram coletados diretamente com os produtores. Para a utilização dos recursos água e energia elétrica para a produção e conservação do pescado nos municípios de Paraty e Ubatuba, a pesquisa de campo se refere às informações obtidas diretamente com as Secretarias de Abastecimento e Pesca locais, fabricas de gelo e declarações de pescadores da região. Quanto ao volume de pescado vindo das outras localidades e comercializado no município de Cunha, tem-se como fonte a coleta de dados no mercado municipal local.

A pesquisa de campo teve como objetivo buscar a complementação das informações oficiais disponíveis; para tanto, foram levantados dados sobre:

- O potencial da produção e consumo de alimentos locais, item que avaliou a produção e o consumo de alimentos de maior produção local, específica a cada município.
- O uso da água e da energia utilizado diretamente na produção, armazenamento, tratamento e transporte de alimentos.
- A rede de influência dos recursos água, alimento e energia entre as localidades.

### 3.1.5 Os indicadores socioeconômicos globais

Os indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são indicadores socioeconômicos e, segundo SDG (2018), são indicadores globais adotados pela Assembleia Geral de 2017, resultado dos trabalhos da Comissão de Estatística relativa à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (A/RES/71/313). A lista inclui 232 indicadores sobre os quais foi alcançado um acordo geral.

Para esta pesquisa são utilizados os indicadores ambientais<sup>24</sup> dos ODS, por serem indicadores oficiais, mais aceitos e devido à possibilidade de aplicação em diferentes níveis, escalas e atividades humanas. O tratamento e processamento de dados são referentes à produção e ao consumo dos recursos água, alimento e energia e suas inter-relações aplicados à rede de influência entre as cidades e regiões.

---

<sup>24</sup> A estrutura de indicadores globais foi desenvolvida pelo Grupo Interinstitucional e de Especialistas em Indicadores dos ODS e acordada, incluindo aperfeiçoamentos em vários indicadores, na 48ª sessão da Comissão de Estatística das Nações Unidas, realizada em março de 2017.

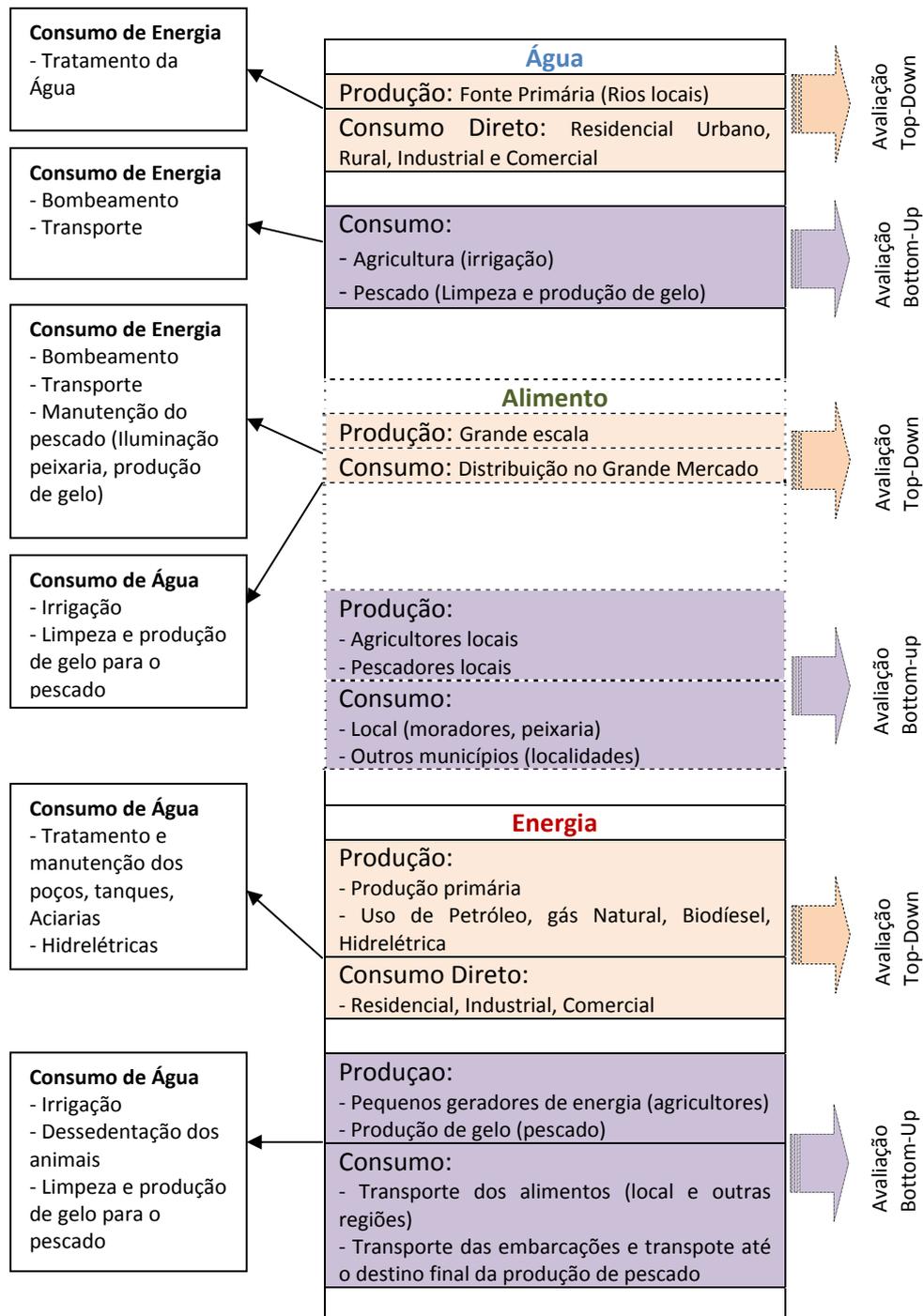
### **3.1.6 As abordagens *Top-Down* e *Bottom-up* para produção e consumo dos recursos naturais nos municípios**

Entre as alternativas de gestão existentes para a produção e consumo dos recursos naturais água, alimento e energia para os municípios estudados, podem-se encontrar as abordagens *Top-Down* e *Bottom-Up* que para uma tomada de decisão estratégica, se caracterizam por determinar uma orientação descendente, no primeiro caso, e ascendente, no segundo.

As abordagens de referência *Top-Down* e *Bottom-Up* consistem em aplicar ao conjunto da produção e consumo dos recursos uma aproximação usada para o nexos AAE, sendo que *Bottom-Up* tratam-se da produção e consumo utilizado pelos agricultores, pescadores e consumidores locais. Segundo Leach et al. (2012), para análise da pegada energética, o método *Bottom-Up* é empregado para estimar o consumo *per capita* das atividades dos indivíduos e é a combinação do consumo de energia *per capita* e o fator de emissão que varia para diferentes fontes de energia. O método *Top-Down* é empregado para estimar a pegada energética virtual que chega aos consumidores de formas mais indiretas e é calculado através da energia total relacionada ao consumo de um país dividido pela população nacional. Leach et al. (2012) consideraram a importância de apoiar as redes de baixo para cima, ou seja, *Bottom-Up*, a fim de obter mudanças comportamentais profundas. Além disso, constatou-se que as iniciativas de baixo para cima, mesmo se consideradas "nichos", poderiam ter um impacto na proteção, fomento e fortalecimento das transições de sustentabilidade (SMITH; RAVEN, 2012).

As análises *Top-Down* e *Bottom-Up* foram utilizadas com o objetivo de avaliar o impacto e a relação direta e indireta entre a produção e consumo dos recursos naturais água, alimento e energia e, como esses usos acontecem na área de estudo. A Figura 28 representa as abordagens *Top-Down* e *Bottom-Up* para a produção e consumo dos recursos naturais nos municípios estudados.

Figura 28 - Abordagem *Top-Down* e *Bottom-Up* para produção e consumo dos recursos naturais nos municípios



Fonte: Autoria própria

A diferença entre as duas abordagens pode ser muito significativa, as quais deveriam ser representadas por responsabilidades compartilhadas, considerando o tipo de comando ou o estilo de gestão em que sejam conhecidos e ouvidos os diversos atores relevantes. Azevedo (2005) concluiu que, as ações *Top-Down* não garantiram o cumprimento dos principais objetivos de inclusão social e que, analisar esses atores a partir de uma perspectiva

*Bottom-Up* foi uma estratégia fundamental para compreender todos os caminhos positivos que devem ser tomados. Neste contexto, a análise apresentada buscou esclarecer quais características de produção e consumo dos recursos naturais água, alimento e energia nos municípios trabalhados. Para isso, um pressuposto foi a compreensão do nexo AAE nessas áreas na perspectiva das abordagens *Top-Down* e *Bottom-Up*. Dessa maneira, considera-se que a abordagem *Bottom-Up* do nexo AAE é fundamental para a análise e planejamento de políticas públicas locais e regionais por garantirem o cumprimento dos principais objetivos de inclusão social.

### 3.1.7 O uso da ferramenta estatística para as correlações dos dados

Para análise dos dados obtidos para esta tese foram utilizadas as ferramentas estatísticas de correlação de Pearson (cP). Conforme Chen e Popovic (2002), estima-se que o coeficiente de correlação de Pearson e suas derivações são escolhidos em 95% dos casos para descrever o padrão de relacionamento entre variáveis ou para fazer inferências válidas para a população a partir de dados amostrais. Segundo Moore (2007), a correlação mensura a direção e o grau da relação linear entre duas variáveis quantitativas, sendo o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) uma medida de associação linear entre variáveis, de acordo com a equação (2).

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{s_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{Y}}{s_y} \right) \quad (2)$$

Os conceitos de “associação” e “linearidade”, ou seja, as variáveis se associam quando guardam semelhanças na distribuição dos seus escores, podem se associar a partir da distribuição das frequências ou pelo compartilhamento de variância. No caso do índice da correlação de Pearson ( $r$ ), é uma medida da variância compartilhada entre variáveis. Por outro lado, o modelo linear supõe que o aumento ou decréscimo de uma unidade na variável X gera o mesmo impacto em Y. Em termos gráficos, por relação linear entende-se que a melhor forma de ilustrar o padrão de relacionamento entre duas variáveis é através de uma linha reta. Portanto, o índice da correlação de Pearson ( $r$ ) exige um compartilhamento de variância e que essa variação seja distribuída linearmente (FIGUEIREDO FILHO; SILVA JUNIOR, 2009).

O coeficiente de correlação Pearson ( $r$ ) varia de -1 a 1. O sinal indica direção positiva ou negativa do relacionamento e o valor sugere a força da relação entre as variáveis. Uma correlação perfeita (-1 ou 1) indica que o escore de uma variável pode ser determinado

exatamente ao se saber o escore da outra. No outro oposto, uma correlação de valor zero indica que não há relação linear entre as variáveis, sendo que os valores extremos (0 ou 1) dificilmente são encontrados (ALDRICH, 1995; HAIG, 2007; KOZAK, 2009).

Para Cohen (1988), valores entre 0,10 e 0,29 podem ser considerados pequenos, escores entre 0,30 e 0,49 podem ser considerados como médios, e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como grandes. Dancey e Reidy (2006) assinalam para uma classificação ligeiramente diferente:  $r = 0,10$  até  $0,30$  (fraco);  $r = 0,40$  até  $0,6$  (moderado);  $r = 0,70$  até  $1$  (forte). Conforme Figueiredo Filho e Silva Junior (2009), o certo é que quanto mais perto de 1 (independente do sinal) maior é o grau de dependência estatística linear entre as variáveis. No outro oposto, quanto mais próximo de zero, menor é a força dessa relação. Para esta pesquisa assumiu-se a classificação dos autores Dancey e Reidy (2006), ou seja, para:  $r = 0,10$  até  $0,30$  (fraco);  $r = 0,40$  até  $0,6$  (moderado);  $r = 0,70$  até  $1$  (forte).

Baseado em Moore e McCabe (2004), uma vez definido o conceito e fornecida a sua interpretação, é importante entender algumas de suas propriedades, como o valor da correlação não muda ao se alterar a unidade de mensuração das variáveis, ou seja, por se tratar de uma medida padronizada, o valor da correlação entre quilos e litros será o mesmo quando utilizado, por exemplo, toneladas e mililitros. A padronização torna possível a comparação entre diferentes variáveis no que diz respeito a sua magnitude e dispersão. Para tanto, deve-se subtrair cada observação ( $X$ ) pela média ( $\mu$ ) e dividir o resultado pelo desvio padrão ( $\sigma$ )<sup>25</sup>. Assim, a média será zero com desvio padrão assumindo com valor 1. Algebricamente, conforme a equação (3):

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (3)$$

Na utilização sistemática do método de correlações de Pearson (cP) entre as variáveis utilizadas nesta pesquisa estão: a) produção orgânica no município de Cunha, b) produção de arroz no município de Guaratinguetá e, c) produção de pescado nos municípios de Paraty e Ubatuba.

---

<sup>25</sup> O desvio padrão ou p-valor é uma medida de dispersão dos valores em torno da média. Quanto maior o seu valor, maior é o grau de heterogeneidade dos casos vis-à-vis o valor da média. Quanto menor, mais homogênea é a distribuição dos casos em torno do termo médio.

#### 4 AS CIDADES E SEUS TERRITÓRIOS

As cidades não podem ser vistas como espaços isolados no território de uma nação e, tampouco, devem ter seus problemas analisados e geridos de forma compartimentada pelos diferentes setores.

Em 1800, apenas 3% da população mundial viviam em cidades. Em 1950, havia 83 cidades com mais de um milhão de habitantes no mundo. Em 1990, mais da metade da população dos Estados Unidos já vivia em metrópoles com mais de um milhão de habitantes. Em 2007, eram 468 as metrópoles desse porte no mundo (LEITE e AWAD, 2012). Segundo ONU (2017), até 2030 a população urbana aumentará para mais de cinco bilhões, 60% da população do mundo estará vivendo nas cidades. As estimativas são de que até 2035, as cidades se tornarão locais predominantes de pobreza. Nesse contexto, Malthus e Ricardo (1982) forneceram um contraponto para o argumento da superpopulação, afirmando que uma classe de pobreza é necessária para os processos de acumulação capitalista ou para o chamado equilíbrio econômico; sendo assim, a melhor maneira de explicá-la seria apelar para uma lei universal e supostamente "natural" da superpopulação. Entretanto, pode-se afirmar que, estiveram e estarão nos grandes centros a população mais afetada, pois em consequência de aglomerações ocorrem as mais graves patologias humanitárias, sendo a fome uma delas.

Os dados da UNITED NATIONS (2014) relataram que ao mesmo tempo, surgem cidades com novas configurações territoriais, como as megarregiões: a “BosWashstretch” (faixa que vai de Boston até Washington, passando por Nova York), “Chonqing” (localizada na confluência entre os rios Yangtzé e Jialing, na região sudoeste da China), ou ainda a megarregião “SãoRio” (São Paulo - Rio de Janeiro). Segundo a publicação, nas próximas décadas o planeta global concentrará crescimento e inovações em algumas localidades específicas de pico de excelência, sendo 40 as megarregiões citadas, dentre as quais a SãoRio é a 26ª nesse *ranking*.

O desafio de se estabelecer políticas públicas adequadas é a busca da economia de desenvolvimento aliada ao não esgotamento dos recursos existentes no planeta, ou seja, o desenvolvimento sustentável com a percepção de que o mundo possui recursos finitos e que os impactos da atuação ou da não atuação humana nos espaços onde vivem devem ser estabelecidos e norteados no contexto da sustentabilidade. Segundo estimativas do IBGE (BRASIL, 2018d), para o ano de 2016, o estado de São Paulo contou com 12.038.175 habitantes e a cidade de São Paulo é a mais populosa do Brasil. O crescimento das cidades representa maior pressão sobre os recursos hídricos, alimentares e energéticos, além de maior necessidade

de locais adequados para destino final de resíduos sólidos e líquidos. Assim, qualquer iniciativa de transformação começa por um bom diagnóstico.

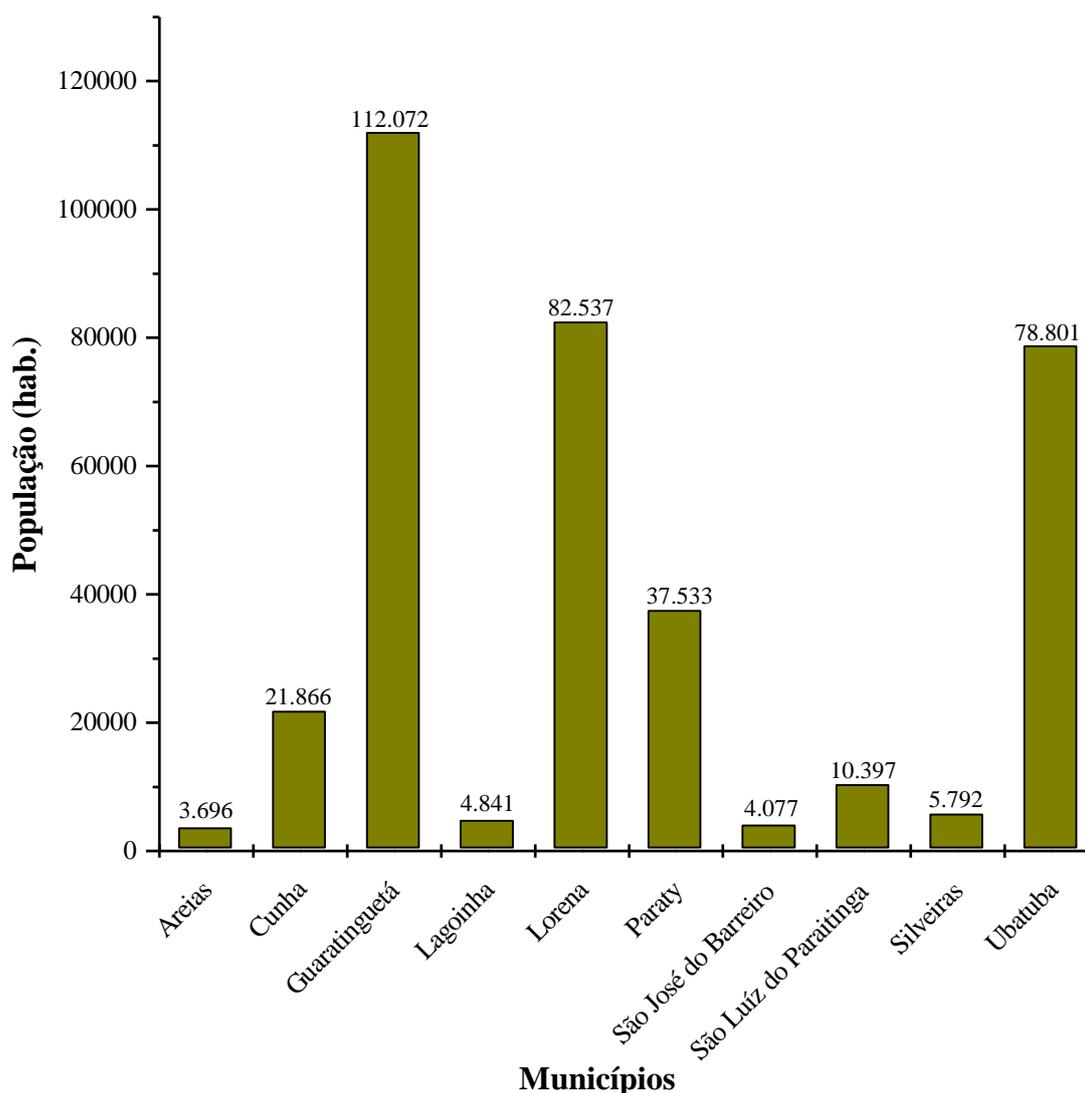
#### 4.1 AS CIDADES NO TERRITÓRIO ESTUDADO

Para o território estudado, as investigações em dados oficiais estão publicados na Enciclopédia dos Municípios Brasileiros (BRASIL, 2017c), que reeditou as informações disponibilizadas pelo IBGE ao longo das décadas de 1950 e 1960, as quais enfocam as características gerais das regiões, aspectos socioeconômicos e descrições históricas do processo de colonização e povoamento; ali é possível ter um retrato da formação e da evolução político-administrativa dos municípios. Tais dados revelam que essas localidades, desde suas criações ainda como Povoados, passando por Distritos, até serem decretados Municípios, mantêm relações comerciais e socioeconômicas entre si. Pode-se observar, por exemplo, na descrição de Brasil (2017c) sobre o município de Lagoinha: “O comércio local mantém transações com Guaratinguetá e Taubaté. Os principais artigos que o comércio local importa são: gêneros alimentícios, fazendas e armarinhos”.

O surgimento dessas cidades, de acordo com Brasil (2017c), data de um mesmo período, sendo que os documentos que as declaram Comarcas ou Municípios aparecem com datas exclusivas: Areias e Cunha em 1858, Guaratinguetá em 1866 e Lagoinha em 1880, Lorena em 1788 e Paraty em 1890, São José do Barreiro em 1885 e São Luiz do Paraitinga em 1857, Silveiras em 1883 e Ubatuba em 1855. A Figura 29 apresenta a população de cada um dos municípios, segundo censo do IBGE (BRASIL, 2010a).

Dentre os 10 municípios, Guaratinguetá é o mais populoso, com 112.072 mil habitantes, sendo que nas referências do IBGE (BRASIL, 2010a), este município vive um processo de urbanização, sendo sede da microrregião do Vale do Paraíba e sub-sede da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, possuindo importância turística, industrial e comercial. Guaratinguetá é seguido pelo município de Lorena em número de habitantes, sendo que este, dos municípios localizados no Vale do Paraíba, é também detentor de características urbana/rural/industrial, incluindo a existência de importantes universidades, enquanto que os municípios de Areias, Cunha, Lagoinha, São José do Barreiro, São Luiz do Paraitinga e Silveiras com menor número de habitantes, ainda mantêm fortes características rurais. Quanto aos municípios de Ubatuba (78.801 habitantes) e Paraty (37.533 habitantes), localizados na costa litorânea brasileira, possuem características de cidades praianas, com grande importância turística. É importante destacar que em relação ao número de habitantes deve ser considerada a área, em km<sup>2</sup>, desses municípios.

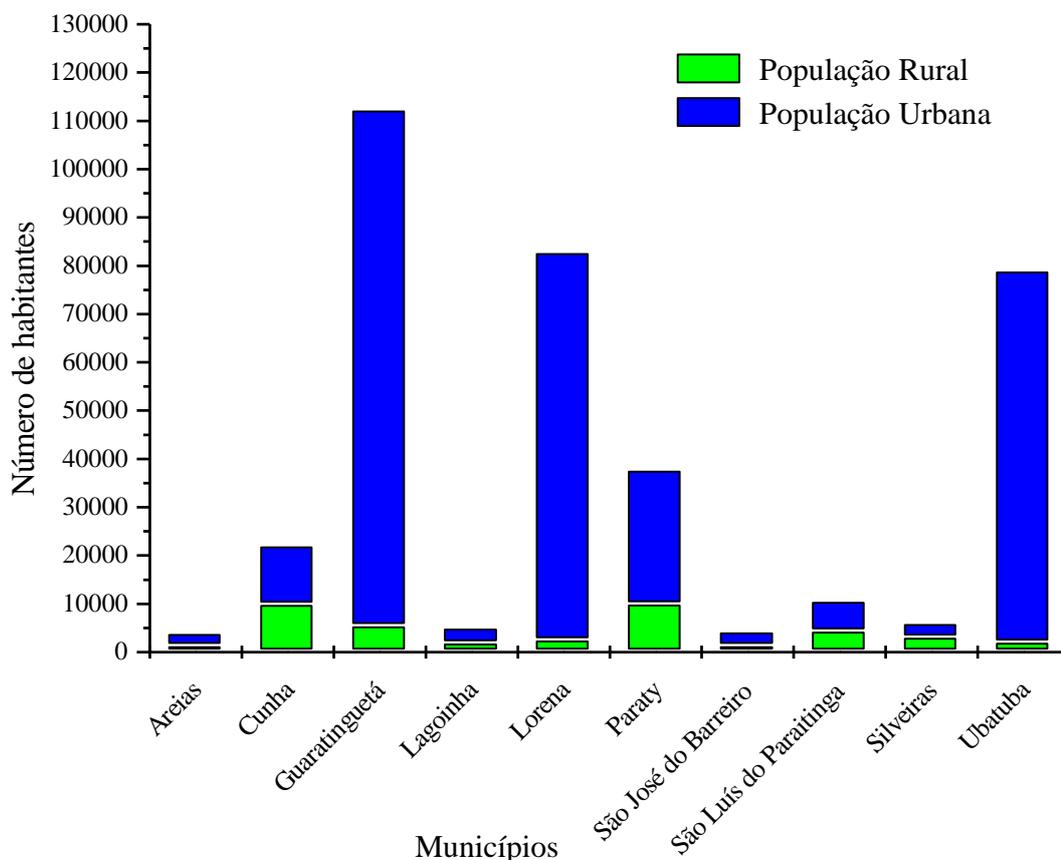
Figura 29 - População total nos municípios



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018c).

Quanto à distribuição da população entre as áreas urbanas e rurais nos municípios, a Figura 30 ilustra como os habitantes se distribuem entre os dois espaços, o urbano e o rural. A distribuição da população entre as áreas urbanas e rurais ilustrada na Figura 30 confirma que o êxodo rural em direção às cidades, assim como no mundo e no Brasil, está presente em todos os municípios estudados. Entretanto, observa-se que apenas o município de Cunha ainda mantém uma proporção equilibrada de pessoas que vivem na área urbana (12.167 habitantes) e rural (9.699 habitantes), sendo este um importante fator de estar a pesquisa centrada neste município. Portanto, um município com fortes características rurais e consequente produção agrícola.

Figura 30 - População rural e urbana nos municípios



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2010a).

#### 4.1.2 A economia e os indicadores de desenvolvimento

Na conceituação da OCDE (2018), a população influencia os métodos de produção e as práticas de consumo, e, por conseguinte, o caráter sustentável do desenvolvimento, sendo um fator importante para o estado e para a evolução do meio ambiente. A densidade demográfica segue em paralelo com a densidade das atividades humanas. O aumento demográfico global pesa sobre os recursos naturais e sobre o desafio que representa a instalação de redes de saneamento e outras infraestruturas de proteção do meio ambiente. A população tem igualmente uma incidência sobre o meio ambiente através de suas características estruturais (faixas etárias, população ativa, tamanho das famílias) que influem nas práticas de consumo tanto quanto na produção de resíduos.

O nível de desenvolvimento econômico e social de uma região é usualmente medido pelo Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), criado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), sendo utilizado para medir o desenvolvimento de países, estados, regiões e municípios. Trata-se de um índice que varia de “0 (nenhum

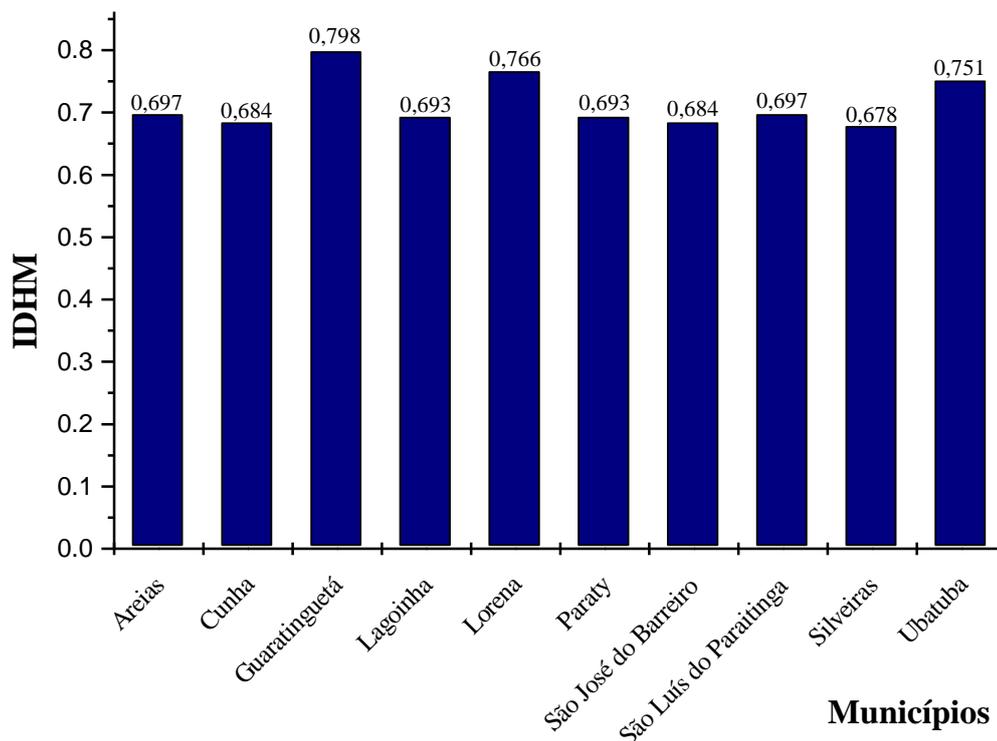
desenvolvimento humano)” a “1 (desenvolvimento humano total)”. Está dividido em cinco categorias: desenvolvimento humano muito baixo ( $IDHM \leq 0,499$ ); desenvolvimento humano baixo ( $0,500 \leq IDHM \leq 0,599$ ); desenvolvimento humano médio ( $0,600 \leq IDHM \leq 0,699$ ); desenvolvimento humano alto ( $0,700 \leq IDHM \leq 0,799$ ); e desenvolvimento humano muito alto ( $IDHM \geq 0,800$ ). Esse índice é calculado levando-se em conta três dimensões: educação, longevidade e renda. Quanto melhor o desempenho municipal em qualquer uma dessas dimensões, mais próximo de um (1,0) será o índice. O IDHM é considerado o índice mais apropriado para avaliar as condições de pequenos grupos sociais (PNUD, 2018).

O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) Brasil, o Instituto de pesquisa econômica aplicada (IPEA) e a Fundação João Pinheiro (FJP), adaptaram a metodologia do IDH Global para calcular o IDH Municipal (IDHM) dos 5.565 municípios brasileiros (ANEXO 1). Esse cálculo foi realizado a partir das informações dos três últimos Censos Demográficos do IBGE (1991, 2000 e 2010), e conforme a malha municipal existente em 2010. As mesmas instituições também calcularam o IDHM em nível intramunicipal das regiões metropolitanas do país - desta vez, para as Unidades de Desenvolvimento Humano (UDH).

O IDHM brasileiro considera as mesmas três dimensões do IDH Global – longevidade, educação e renda, e ainda adapta a metodologia global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais. Embora meçam os mesmos fenômenos, os indicadores levados em conta no IDHM são mais adequados para avaliar o desenvolvimento dos municípios e regiões metropolitanas brasileiras. A Figura 31 apresenta os Índices de Desenvolvimento Humano Municipal para cada um dos municípios estudados.

O IDHM populariza o conceito de desenvolvimento centrado nas pessoas, e não a visão de que desenvolvimento se limita a crescimento econômico (BRASIL, 2012). O IDHM para Cunha era 0,684, em 2010, o que situava esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Médio ( $0,600 \leq IDHM \leq 0,699$ ), sendo que a dimensão que mais contribui para o IDHM do município foi a Longevidade, com índice de 0,826, seguida de Renda, com índice de 0,672, e de Educação, com índice de 0,576 (BRASIL, 2012; PNUD, 2018; ATLAS BRASIL, 2019).

Figura 31 - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM)



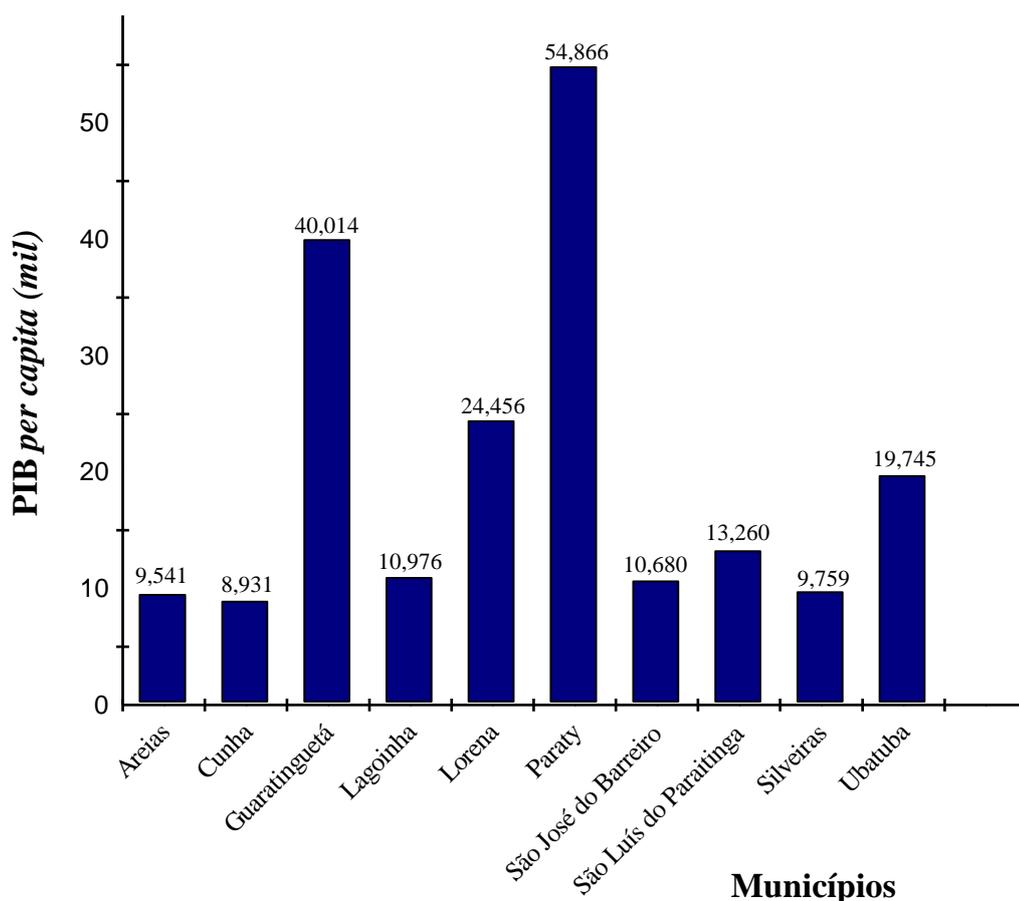
Fonte: Autoria própria, a partir de (PNUD, 2018); (ATLAS BRASIL, 2019).

Segundo Brasil (2018c), o Produto Interno Bruto (PIB) dos Municípios, publicado pelo IBGE, são resultados comparáveis entre si e estão completamente integrados às séries das Contas Nacionais e das Contas Regionais do Brasil, em conformidade, portanto, com o novo manual *System of national accounts* (SNA) e com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). Esses resultados são apresentados a preços correntes, e conforme os valores adicionados brutos dos três grandes setores de atividade econômica: Agropecuária, Indústria e Serviços, bem como os impostos, líquidos de subsídios, o PIB e o PIB *per capita*. Destaca-se o valor adicionado bruto da administração, saúde e educação públicas e seguridade social, devido à relevância deste segmento na economia municipal. Os índices do PIB *per capita* dos municípios estudados são apresentados na Figura 32.

Pode-se observar que o município de Paraty apresenta o maior índice do PIB *per capita* (R\$ 54,866) quando comparado aos outros municípios estudados. No entanto, o mesmo município, também quando comparado aos outros municípios, está entre os menores IDHM (0,683), apresentado na Figura 31. Essas relações, conforme dados do IBGE, podem estar relacionadas a dados específicos como: no ano de 2015, para o município de Paraty, o salário médio mensal era de 2,2 salários mínimos. A proporção de pessoas ocupadas em relação à população total era de 23,2%, quando considerado que domicílios brasileiros apresentavam,

nesse período, rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, o município tinha 32,1% da população nessas condições. Outro dado é que Paraty apresentou somente 56,4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, o que justifica o menor IDHM. O Anexo 1 apresenta a estrutura metodológica utilizada para os cálculos do IDHM.

Figura 32 - Índice de Produto Interno Bruto *per capita* (PIB) (R\$)



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018c); (ATLAS BRASIL, 2019).

Quando tratado o consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água, a Secretaria Nacional de Saneamento (SNIS) noticiou que os índices são calculados a partir dos indicadores operacionais de água, para tanto são utilizados os indicadores agregados de água e esgoto, tipos de serviço e a série no período (BRASIL, 2019), a partir da equação (4).

$$\frac{AG\ 028}{AG006 + AG018} \quad (4)$$

sendo:

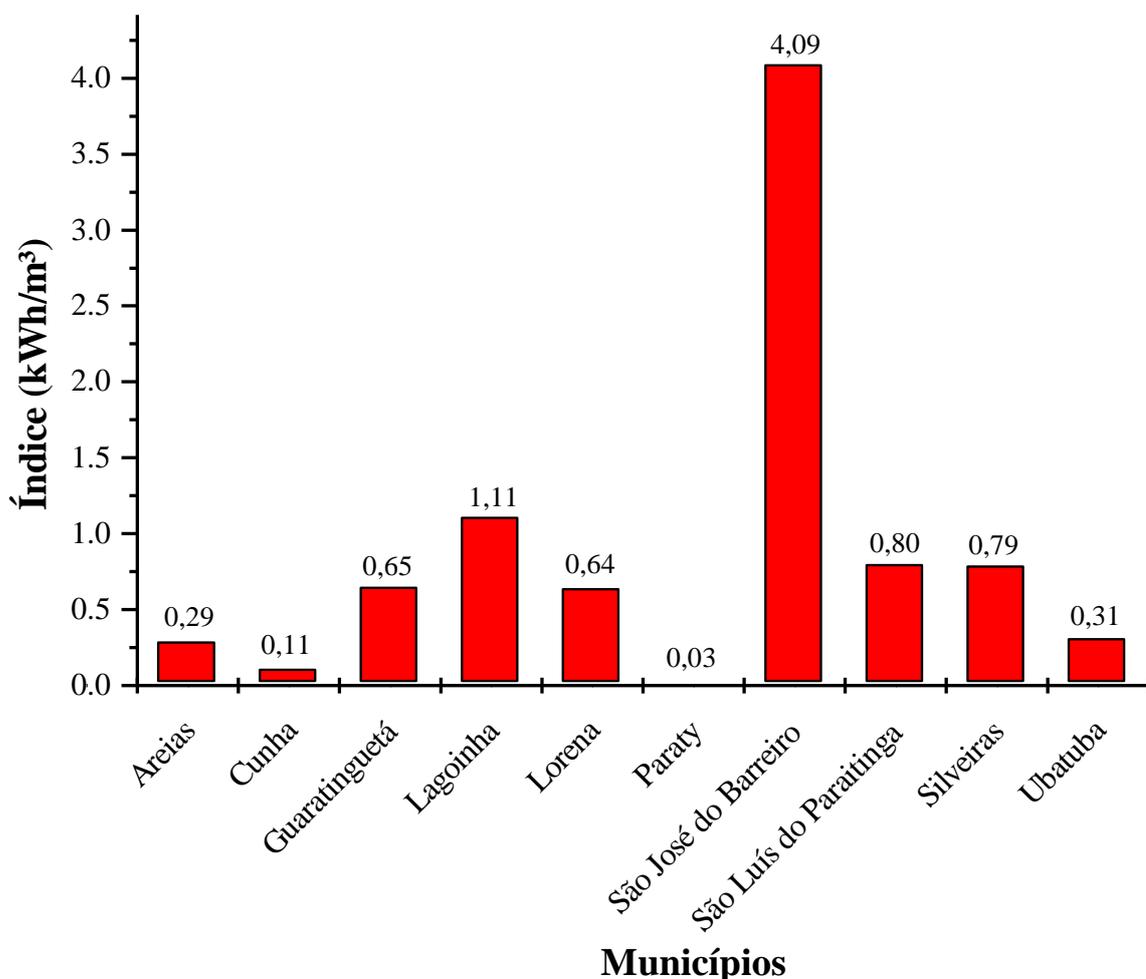
AG028 = Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água (1.000 kWh/ano)

AG006 = Volume de água produzido (1.000 m<sup>3</sup>/ano)

AG018 = Volume de água tratada importado (1.000 m<sup>3</sup>/ano)

A Figura 33 expõe os índices de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água nos municípios estudados.

Figura 33 - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água nos municípios (kWh/m<sup>3</sup>)



Fonte: Autoria própria, a partir de SNIS (BRASIL, 2019).

Entre os municípios, São José do Barreiro apresenta o maior índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água, segundo dados do SNIS, Brasil (2019) e informações da ANA, Brasil (2017f), se deve à necessidade de bombeamento, enquanto para Paraty é exigido menor consumo de energia elétrica, já que a água chega por gravidade. O município de São José do Barreiro, com grande parte de seu território localizado dentro do Parque Nacional da Serra da Bocaina, divisando com o Estado do Rio de Janeiro, é um grande produtor de água e, seus principais cursos d'água nessa produção são o Rio Barreiro, o Rio Formoso, Rio Feio e o Rio Sesmaria, formando a Sub-Bacia que integra a Bacia do rio Paraíba

do Sul. Observados os dados disponíveis (Figura 33), pode-se considerar a evidência do nexo água-energia.

#### 4.2 O MUNICÍPIO DE CUNHA

O município de Cunha está localizado no Estado de São Paulo, entre a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira, suas coordenadas geográficas são 22° 57' 12" de Latitude e 45° 32' 28" de Longitude, conta com uma área de 1.407,25 km<sup>2</sup>, o que resulta numa densidade demográfica de 15,54 habitantes/km<sup>2</sup> (BRASIL, 2010a). A ocupação urbana do Paraíba do Sul, Estado de São Paulo, teve início no século XVII, quando foi construída a igreja matriz do município de Taubaté, importante marco da região. Até meados do século XVIII, quando inicia o ciclo do café, Cunha viveu do comércio que era realizado com os tropeiros que desciam da Mantiqueira em direção ao porto da cidade praiana de Paraty, no Rio de Janeiro (BRASIL, 2018b).

Cunha foi núcleo indígena de cerâmica e conheceu também o trabalho das panelas, que faziam cerâmicas utilitárias (panelas, potes, bilhas, gamelas), herança ibérica, repassada aos descendentes. Formada pela alteração de rochas, como as que contêm feldspato, argila que pode ser encontrada próxima de rios, muitas vezes formando barrancos nas margens (IPT, 2010).

Cunha é classificada com a tipologia de Estância Turística e possui um forte comércio de trabalhos cerâmicos. No turismo cultural está intimamente inserido a arte cerâmica, que tem a argila como base para sua produção e requer o recurso hídrico em todo o seu processo produtivo. O município abriga um centro de cerâmica, os ceramistas utilizam a técnica *Noborigama*<sup>26</sup>, arte milenar japonesa que transforma o barro em cerâmicas, dentro de fornos de alta temperatura. Outra técnica utilizada é o *Raku*<sup>27</sup>, também originada do Japão, trabalhos nos quais estão envolvidos homens, mulheres, meninos e meninas cunhenses.

A maior parte do município de Cunha utiliza as águas superficiais para abastecimento público urbano e de pequenos núcleos rurais. O abastecimento da sede do Município se dá mediante captação de água realizada no rio Jacuí, no bairro do Monjolo, daí seguindo por adução até a estação de tratamento dentro do Município. Cunha dispõe, também, de fonte de água mineral, que é explorada comercialmente pela Fazenda Santa Rosa, nas proximidades do distrito de Campos de Cunha. Observa-se também o uso de águas superficiais por moradores e

---

<sup>26</sup> *Noborigama* é uma técnica de produção de cerâmica, feita através de forno a lenha com câmaras interligadas que conseguem atingir temperaturas superiores a 1.300 graus centígrados. *Noborigama* é uma técnica milenar oriental e, quer dizer "o forno que sobe" (*nobori* = rampa e *gama* = forno).

<sup>27</sup> *Raku* é uma técnica/forma de cozedura e pós cozedura de peças cerâmicas que envolve uma posterior "queima" das peças.

empreendimentos instalados, a partir de captações locais, feitas diretamente nas nascentes ou nos córregos, com muitas comunidades utilizando-as sem nenhum tratamento prévio (IPT, 2010).

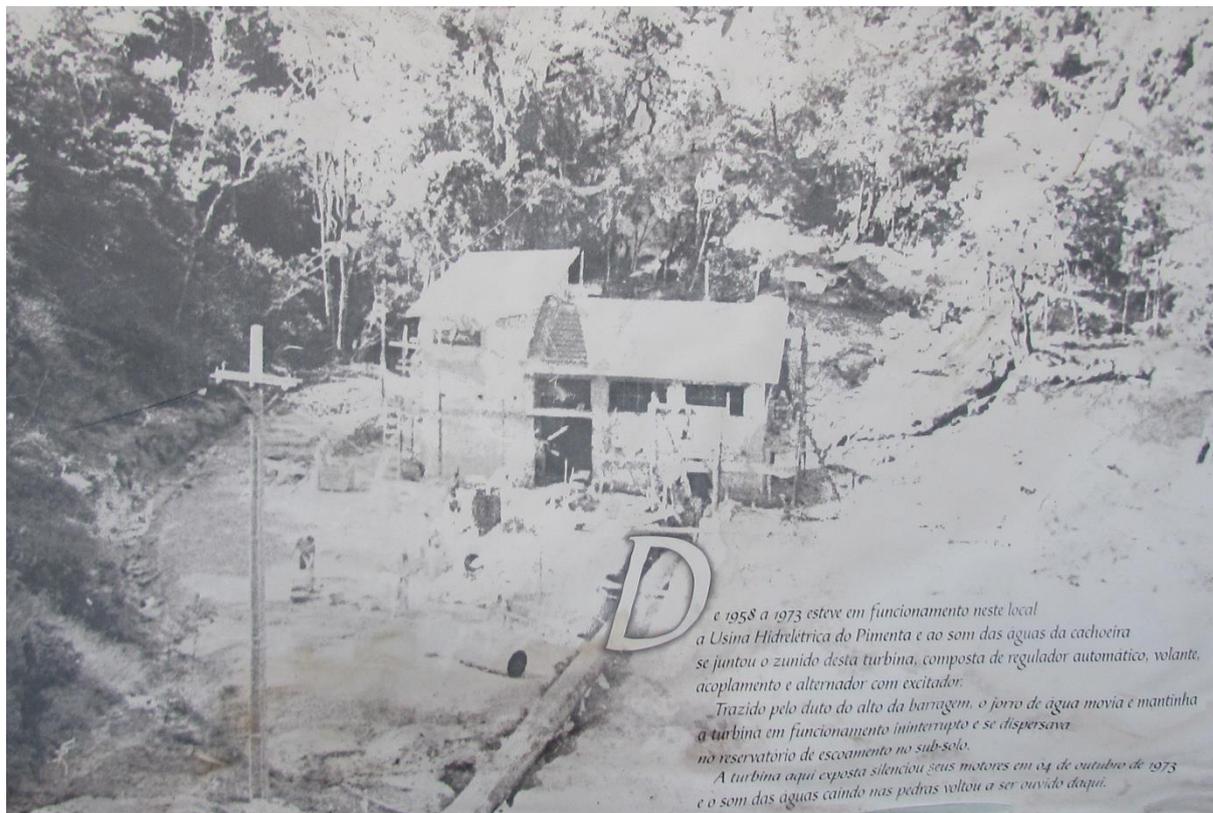
Em estudo de estabelecimento das relações entre a Mata Atlântica e os recursos hídricos, com o município de Cunha, concluiu-se que as microbacias da região apresentam deflúvio bastante elevado. Os balanços hídricos médios anuais das microbacias com a presença da Mata Atlântica apresentam alto rendimento hídrico. Esse fator é uma decorrência das baixas taxas evapotranspirativas que prevalecem na região, provavelmente pelas condições climáticas, principalmente baixas temperaturas, elevada umidade do ar e nevoeiros intensos de longa periodicidade (CICCO et al., 2007).

O Sistema de Abastecimento de Água no município de Cunha é operado pela Prefeitura Municipal. O Plano Municipal de Saneamento Básico indicou que suas principais unidades de captações de água estão nos Rios Jacuí e Ribeirão Capetinga; dois poços profundos que estão localizados nos Campos de Cunha; três Estações de Tratamento de água (ETAs), sendo as Estações Central, Nova Cunha e Campos de Cunha; sete Reservatórios; 31 quilômetros de rede de distribuição e 3.980 ligações. Os núcleos Rurais não atendidos pelo Sistema público de água são: Monjolo, Jericó, Catioca, Paraitinga, Cedro, Paraibuna, Barra do Bie, Várzea do Tanque e Roça Grande (SÃO PAULO, 2017). Os dados confirmaram que o índice de abastecimento de água é de 82,2 % e o índice de perdas de água é de 16,7 %.

A geração de energia elétrica no município de Cunha, entre 1958 e 1973, contou com a “Usina Hidrelétrica do Pimenta”, no bairro do Monjolo, zona rural, com potência instalada de 200 kW. Nessa área está instalado o “Museu de Energia” (Figuras 34 e 35), onde se podem ver os maquinários utilizados na antiga usina, desativada no ano de 1973.

Atualmente o local é conhecido como “Cachoeira do Pimenta”, utilizado como atrativo turístico (Figuras 36 e 37). Entretanto, no ano de 2018, a prefeitura do município apresentou interesse na reativação da usina, e publicou o Edital de chamada pública nº 006/2018, visando a contratação de empresa para elaboração de estudo de viabilidade técnica e financeira para reativação da usina hidrelétrica do Pimenta. A imagem permite identificar a localização onde foi originalmente instalada a represa da Hidrelétrica do Pimenta. O local onde deságuam as águas do córrego do Pimenta (Figura 37) apresenta a vista da parte baixa da cachoeira do Pimenta.

Figura 34 - Imagens com informações da antiga "Usina Hidrelétrica do Pimenta" no município de Cunha



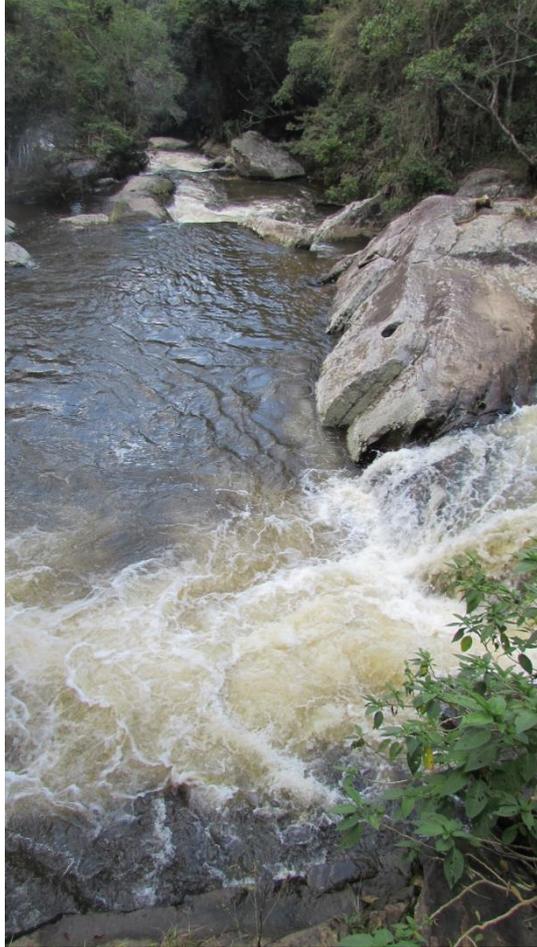
Fonte: Autoria própria

Figura 35 - Máquinas utilizadas na antiga Usina (museu de energia - Cunha)



Fonte: Autoria própria

Figura 36 - Cachoeira do Pimenta - vista de cima



Fonte: Autoria própria

Figura 37 - Cachoeira do Pimenta - atualmente utilizada como área de recreação



Fonte: Autoria própria

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Cunha descreve que quanto ao Sistema de Coleta e Tratamento de Esgoto (ETE), o município possui uma ETE, localizada na região de Campos de Cunha. O índice de coleta é 82,2 %, enquanto que o índice de tratamento não foi disponibilizado para consulta. O corpo de água receptor dos esgotos é o Córrego das Pedras, sendo que a avaliação dada é “inadequada por falta de tratamento de esgotos coletados e Insuficiente quanto à cobertura do sistema” (SÃO PAULO, 2017). Os dados do último censo do IBGE, (BRASIL, 2010a), informaram que existem somente 52,4% de domicílios com esgotamento sanitário adequado no município.

#### 4.2.1 Aspectos sociais

Segundo dados de Brasil (2010a), 41,1% da população dos domicílios brasileiros apresentaram rendimentos mensais de até meio salário mínimo por pessoa, no histórico apresentado, o município de Cunha ocupou a posição 32 dentre 645 das cidades do Estado de São Paulo e, esteve na posição 2613 entre 5570 das cidades do Brasil. O gradativo declínio da razão de dependência<sup>28</sup> está relacionado ao processo de transição demográfica. A redução dos níveis de fecundidade leva à diminuição das taxas de natalidade, implicando no decréscimo do contingente jovem da população. Entre 2000 e 2010, a razão de dependência no município passou de 57,62% para 47,11% e a taxa de envelhecimento, de 6,46% para 9,55%. Em 1991, esses dois indicadores eram, respectivamente, 67,43% e 4,60%. No estado de São Paulo, a razão de dependência passou de 65,43% em 1991, para 54,94% em 2000 e 45,92% em 2010; enquanto a taxa de envelhecimento passou de 4,83%, para 5,83% e para 7,36%, respectivamente. A Tabela 9 expõe o total da população no município de Cunha e as porcentagens de gênero e população urbana e rural.

Tabela 9 - População no município de Cunha, São Paulo (Total/ Gênero/ % Rural/Urbano)

População	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
<b>População Total</b>	23.462	100	23.090	100	21.866	100
<b>População residente masculina</b>	12.217	52,07	11.974	51,86	11.164	51,06
<b>População residente feminina</b>	11.245	47,93	11.116	48,14	10.702	48,94
<b>População Urbana</b>	8.970	38,23	11.134	48,22	12.167	55,64
<b>População Rural</b>	14.492	61,77	11.956	51,78	9.699	44,36

Fonte: (ATLAS BRASIL, 2019).

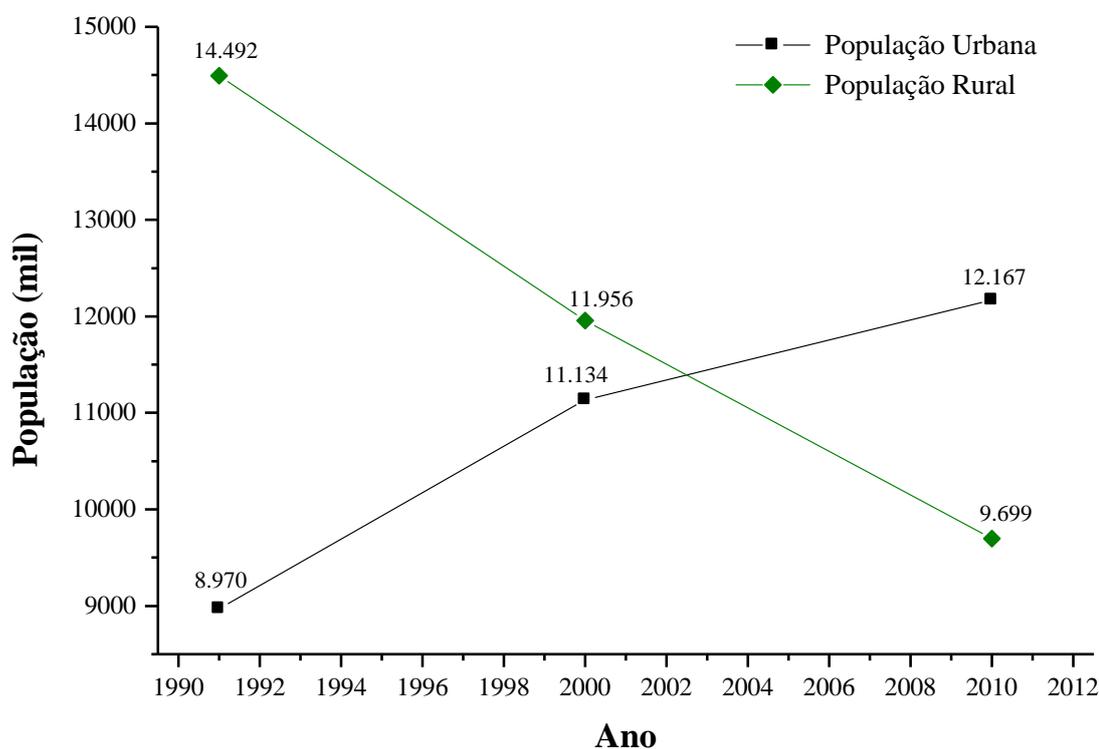
<sup>28</sup> Razão de dependência de uma população mede a razão entre a população economicamente dependente e a população economicamente ativa, pressupondo que jovens e idosos de uma população são economicamente dependentes dos demais e calculada com base na referência internacional de comparação (BRASIL, 2012).

Entre os anos de 1991 e 2000, a população do município de Cunha cresceu a uma taxa média anual de 0,18%. No estado de São Paulo, esta taxa foi de 1,78%, enquanto no Brasil foi de 1,63%, no mesmo período. Na mesma década, a taxa de urbanização do município passou de 38,23% para 48,22%. Entre 2000 e 2010, a população de Cunha cresceu a uma taxa média anual de 0,54%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 48,22% para 55,64%. Em 2010 a população total no município contava com 21.866 habitantes.

Observa-se quanto ao gênero que o total da população masculina (51,06 %) e feminina (48,94%) apresentou uma média mantida desde o ano de 1991 até 2010. A população feminina na área rural representa uma força de trabalho significativa: segundo SerrAcima (2018), as atividades das mulheres e meninas na área rural são diversas, trabalhando no plantio e colheita juntamente com os homens, atuando em hortas de ervas medicinais ao redor das casas, cuidando das tarefas da casa, encaminhando as crianças para a escola, participando das feiras no comércio da produção, assim como das reuniões organizadas pelas ONGs. FAO (2018) afirmou que sem igualdade de gênero e sem o empoderamento social, econômico e político das mulheres, o mundo não conseguirá eliminar a fome, dado que as mulheres são responsáveis pela produção de mais da metade dos alimentos consumidos no planeta. Seu protagonismo, porém, nem sempre se traduz em acesso justo a direitos e recursos. A seção 5.1.2 apresenta informações específicas referentes ao Objetivo 5 dos ODS, o qual almeja “alcançar a igualdade de gênero e capacitar todas as mulheres e meninas”.

Entretanto, assim como no Brasil, o êxodo da área rural em direção à área urbana ocorreu também no município de Cunha, porém em proporções relativamente menores do que entre os demais municípios. A Figura 38 apresenta o gráfico com a população urbana e rural no município de Cunha. Nota-se que no ano de 1991, a área rural do município contava com 14.492 habitantes, número reduzido para 11.956 em 2000 e para 9.699 em 2010. Entretanto, o censo demográfico do IBGE de 2010 mostrou que naquele ano, o total da população urbana (12.167 mil) e rural (9.699 mil) esteve em valores aproximados.

Figura 38 - População urbana e rural no município de Cunha (1991-2010)



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d); (IPEA, 2017).

#### 4.2.2 O município de Cunha, a distribuição espacial e a inter-relação com os municípios vizinhos

A dinâmica demográfica na região de estudo compreende as informações sobre distribuição da população, densidade e urbanização. A população residente nesses municípios, no período de 2008 a 2018, podem ser observadas na Tabela 10.

Tabela 10 - População residente nos municípios (2008-2018)

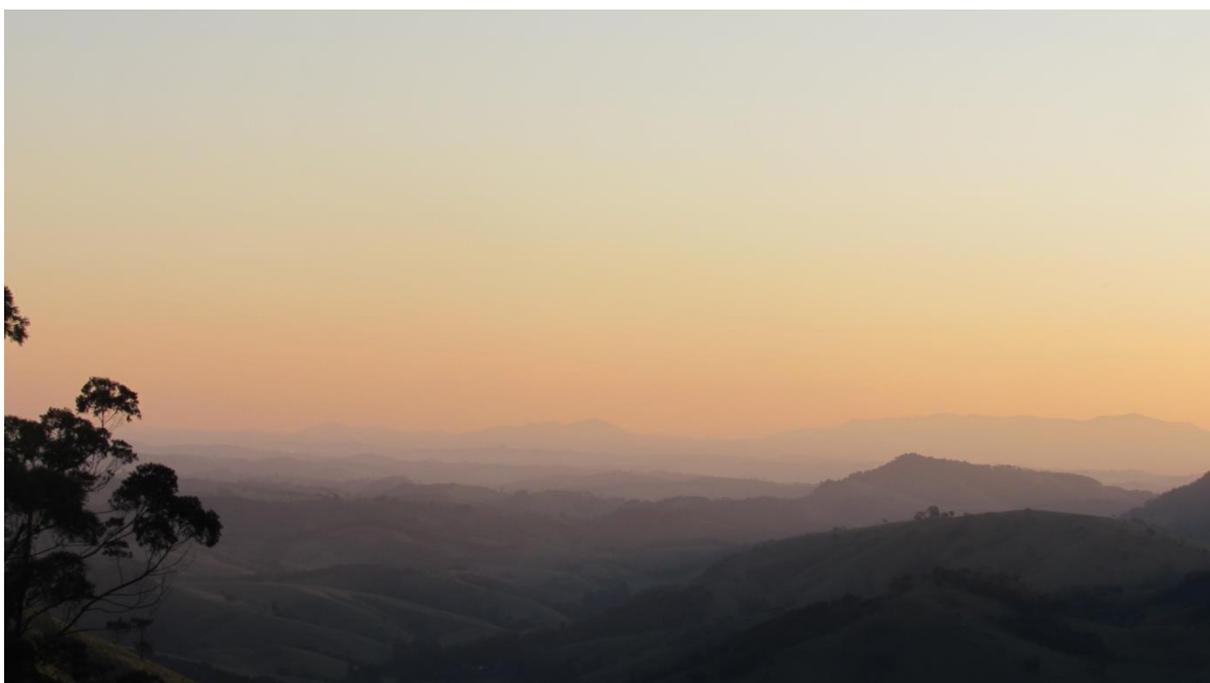
Município	População residente (Pessoas)										
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Areias	3684	3690	3696	3704	3711	3839	3849	3859	3869	3879	3876
Cunha	23694	23735	21866	21773	21682	22251	22167	22086	22007	21929	21639
Guaratinguetá	112596	113357	112072	112675	113258	117663	118378	119073	119753	120417	121073
Lagoinha	4917	4909	4841	4833	4824	4966	4960	4954	4949	4943	4903
Lorena	82391	82770	82537	82887	83224	86337	86764	87178	87584	87980	88276
Paraty	35182	35730	40478	38147	38740	39434	39965	40478	40975	41454	42630
São José do Barreiro	4461	4490	4077	4072	4068	4190	4188	4185	4183	4181	4151
São Luiz do Paraitinga	10872	10908	10397	10395	10393	10721	10726	10731	10735	10740	10684
Silveiras	5803	5841	5792	5824	5855	6083	6121	6158	6193	6228	6264
Ubatuba	79834	81096	78801	79718	80604	84377	85399	86392	87364	88313	89747

Fonte: (BRASIL, 2018d).

Quando tratada a hidrografia e a inter-relação do município de Cunha com as cidades vizinhas, deve-se considerar que o município de Cunha se destaca por estar localizado em altitudes superiores aos municípios vizinhos (Figura 39) - a fotografia foi capturada a uma altitude de 1.500 metros. Segundo São Paulo (2017), a área urbana está numa altitude próxima a mil metros, sendo que na divisa com o estado do Rio de Janeiro, a altitude chega a 1.840 metros. Ali ocorre uma rede hidrográfica naturalmente compartilhada, sendo que as águas de suas nascentes escoam em direção às outras regiões, ou seja, a inter-relação da água com o entorno acontece espontaneamente, no ciclo da natureza.

A partir das observações de imagens de satélite da região pode-se confirmar a importância do Rio Paraitinga que surge na confluência dos rios Paraitinga e Paraibuna. O Rio Paraitinga, com a nascente no município de Areias e, dentro dos limites do Parque Nacional da Serra da Bocaina, é o seu principal formador. Seu curso segue pelos municípios de Cunha e São Luís do Paraitinga e, juntos formam o Rio Paraíba do Sul. O Rio Paraibuna nasce no bairro de Campo Alegre, no município de Cunha, perto da nascente do rio Jacuí, bem próximo à divisa com o estado do Rio de Janeiro, para então circundar espaços do mesmo município. Este rio atravessa o Parque Estadual da Serra do Mar, passa pelo município de São Luís do Paraitinga (próximo aos limites de Ubatuba) e também pelo município de Natividade da Serra, onde suas margens alargam-se.

Figura 39 - Vista da topografia do município de Cunha e região

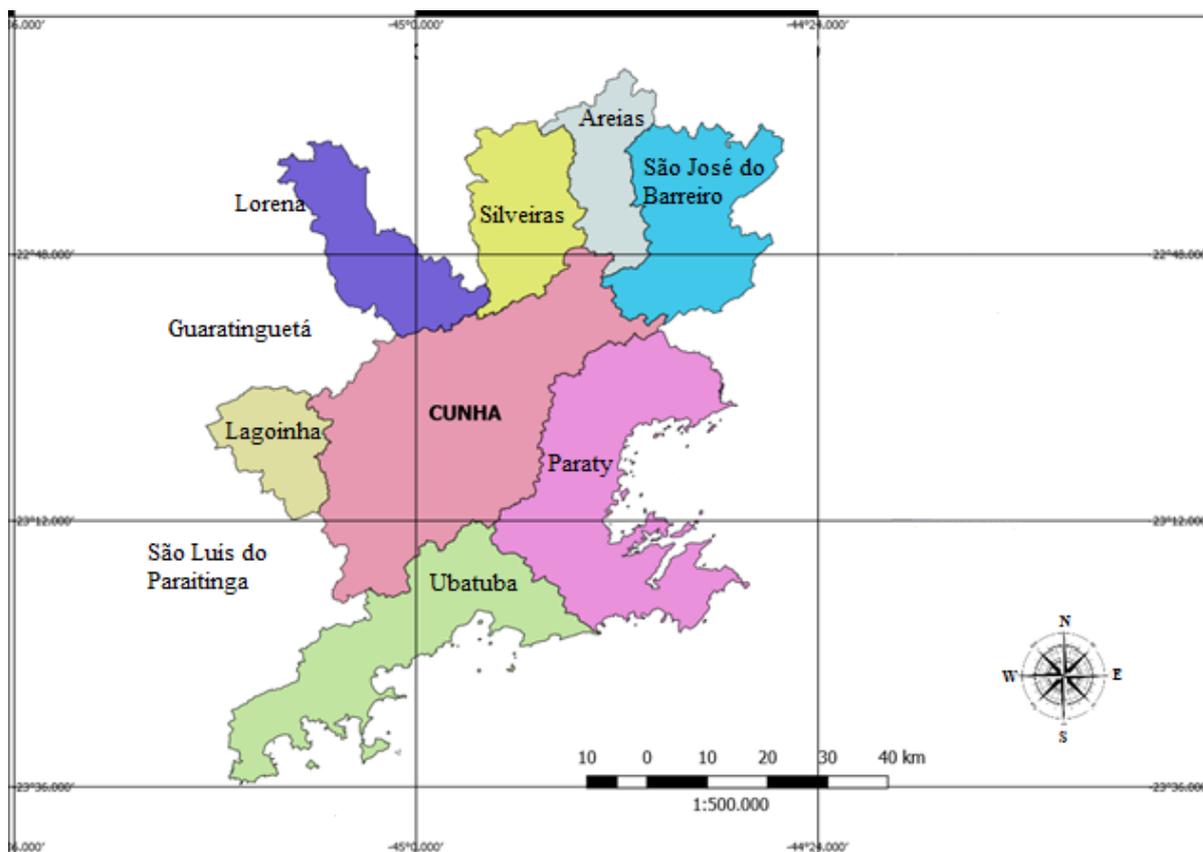


Fonte: Autoria própria

No município de Paraibuna, que recebe seu nome, suas águas são aproveitadas na Usina Hidrelétrica de Paraibuna para a geração de energia elétrica e, são essas mesmas águas, que passam por essas localidades promovendo a irrigação na agricultura e, dessa forma, a própria natureza, nos caminhos das águas, evidencia o nexo água-alimento-energia na rede de influência entre os municípios. É importante ressaltar que o Rio Paraíba do Sul é responsável pelo abastecimento hídrico de inúmeras cidades nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Nesses municípios convivem dois tipos de sistemas urbanos - o sistema de localidades centrais, com regiões formadas no entorno dos centros e, o sistema de malhas, em que a cidade funciona como uma teia, se ligando umas nas outras. Nesse contexto, ocorre uma rede de influência entre os municípios e localidades, o que também pode ser detectado nos variados tipos de comércio, nos movimentos populacionais com emigrações e imigrações, nos deslocamentos de pessoas, principalmente, de áreas rurais para a área urbana e no transporte de alimentos no uso das diversas estradas existentes, as quais já foram conhecidas como “caminhos dos tropeiros”. Brasil (2017c) relatou que a expansão do cultivo do café no Brasil, que ocorreu entre 1830 e 1880, teve forte expansão no Vale do Paraíba; para tanto, utilizava-se a mão de obra escrava, sendo que para o transporte era utilizado os muares nos “caminhos dos tropeiros”, levando a produção de café para os portos de Ubatuba e Paraty. A Figura 40 apresenta o mapa com a localização geográfica do município de Cunha e os nove municípios vizinhos: Areias, Guaratinguetá, Lagoinha, Lorena, Paraty, São José do Barreiro, São Luís do Paraitinga, Silveiras e Ubatuba.

Figura 40 - Localização geográfica do município de Cunha e os nove municípios vizinhos

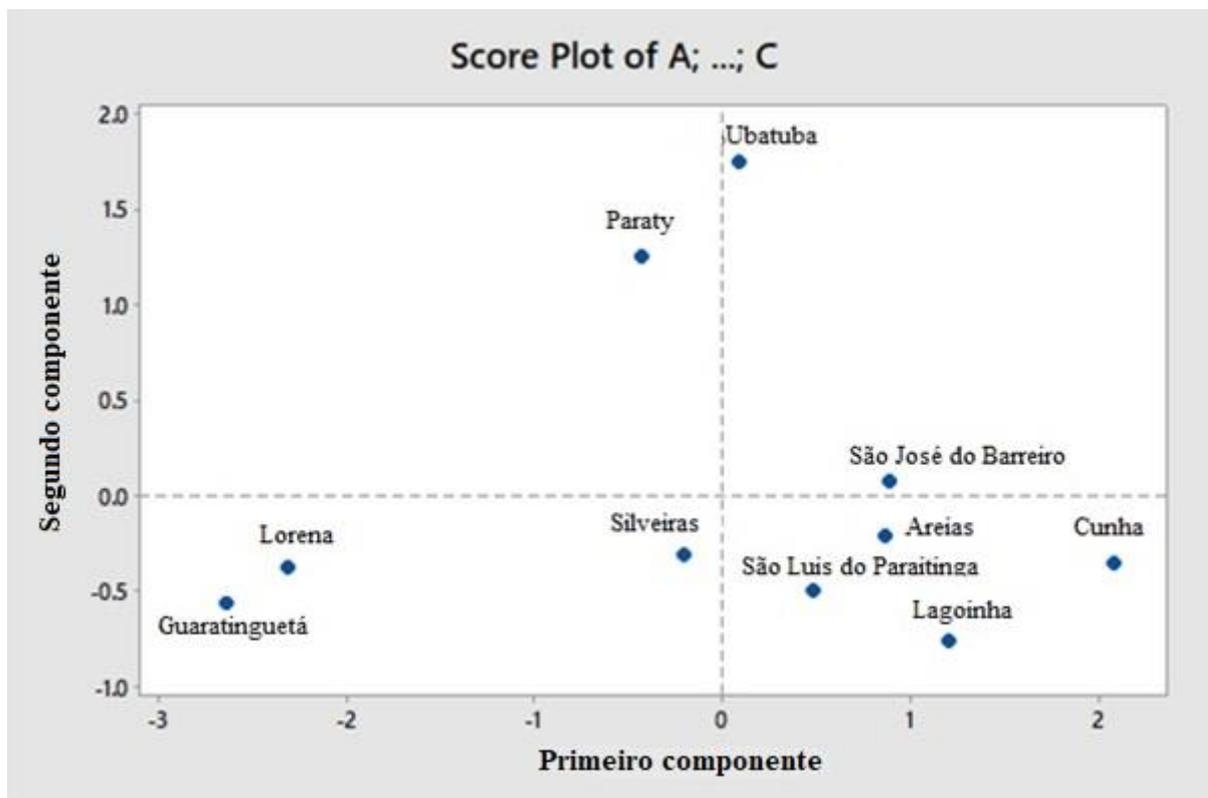


Fonte: Autoria própria, a partir de mapa base do IBGE

A cartografia permite observar a localização geográfica dos dez municípios e Cunha ao centro. Assim, uma vez estabelecido o desenho da rede, a exploração dos padrões de relacionamento avalia em que medida e onde as relações entre os centros mantêm o padrão hierárquico característico das estruturas de localidades centrais ou em que medida, bem como de que maneira tendem a fortalecer as ligações horizontais entre centros de mesmo nível (VELTZ, 1996).

Quando esses municípios são observados por dois componentes principais a) consumo de energia elétrica no setor residencial e, b) porcentagem de pessoas ocupadas no setor agrícola, a partir da técnica de Análise de Componentes Principais (ACP), é possível a identificação dos clusters, feita pelo exame das observações por intermédio desses componentes, os quais caracterizam a disposição espacial dos municípios (Figura 41).

Figura 41 - Identificação dos municípios na representação gráfica por intermédio da análise de componentes principais



Fonte: Autoria própria, a partir de (MINITAB, 2019).

Observa-se, a partir dos *clusters* (Figura 41), a distribuição espacial dos municípios a partir de suas características. Os municípios que tem a ruralidade como o principal atributo estão mais próximos uns dos outros (Areias, Cunha, Lagoinha, São José do Barreiro, São Luís do Paraitinga e Silveiras). Nessa análise, os municípios com características urbana/rural/industrial (Guaratinguetá e Lorena) acercam-se, assim como, Paraty e Ubatuba, estes localizados na costa brasileira, com características semelhantes, aparecem próximos. Nessa análise, pode-se considerar para o primeiro componente, a quantidade de residências em uma localidade (o aglomerado populacional) e para o segundo componente, porcentagem de pessoas ocupadas no setor agrícola (ou seja, baliza quais os municípios com vocação na produção de alimentos). Vale ressaltar que não se trata de uma técnica de *clustering*. A identificação de grupos é um benefício advindo da representação gráfica (neste caso em duas dimensões), das observações por intermédio dos componentes principais.

### 4.3 O MUNICÍPIO DE CUNHA E A REDE DE INFLUÊNCIA ENTRE OS MUNICÍPIOS VIZINHOS

A publicação do IBGE (BRASIL, 2017c) descreveu que “o sobrenome Cunha é antigo, datando do século XII ou XIV, e vem mesmo de Portugal. O nome refere-se a uma família que conquistou da monarquia portuguesa o direito e a função de cunhar, ou seja, de imprimir o selo real nas barras de ouros vindas do Brasil, e que por isso mesmo, podia ostentar a denominação Cunha, posposta ao nome”.

A rede de influência que ocorre entre o município de Cunha e as cidades vizinhas pode ser representada inicialmente, assim como descrito na seção 4.2.2 deste trabalho, principalmente, pela ocorrência de uma rede hidrográfica naturalmente compartilhada, fato que está relacionado a sua localização geográfica, em altas altitudes e ainda, pela presença da Estrada do Ouro e todas as relações comerciais com as cidades e populações do entorno. Existem outros fatores que facilitam essa rede de influência entre as localidades vizinhas, como exemplo, as festas e eventos que acontecem na cidade e promovem a convivência entre as pessoas que vivem nos arredores e os moradores da cidade de Cunha, o festival de verão na montanha, os eventos ciclísticos, a festa da colheita de pinhão, as festas folclóricas e religiosas, entre outros. Na relação de Cunha com os municípios vizinhos pode-se descrever que para cada um desses locais, existe e sempre existiu uma teia nessa rede de influência.

#### 4.3.1 Areias (SP)

Segundo o IBGE, a cidade de Areias foi um dos maiores polos cafeeiros do Brasil e atualmente tem sua economia baseada na atividade pecuária (BRASIL, 2017c). O roteiro turístico conhecido como “Roteiro do Café”, que inclui no seu circuito as cidades de Areias, Silveiras, Bananal, São José do Barreiro pode também ser considerado na rede de influência para o item Alimento. Para Nascimento (2018), o nome da cidade se deve a um episódio ocorrido nos tempos do tropeirismo, os tropeiros de Minas Gerais e de São Paulo, quando foram comer suas sobremesas depois de jantar e ao abrirem as caixetas onde guardavam suas goiabadas, encontraram apenas areia, pois as sobremesas haviam sido roubadas e, no lugar delas, foi colocada areia. A partir de então, sempre que se referiam ao tal rancho, diziam: “Lá no lugar das areias”. Outros afirmam que o nome da cidade se dá pelo fato de seu solo ser particularmente arenoso.

Na rede de influência entre estas localidades está, entre outras, a relação do comércio de legumes e verduras que sai de Cunha, chegando até Areias através dos agricultores locais e familiares que convivem nas duas cidades (BioCunha, 2018).

### 4.3.2 Guaratinguetá (SP)

O trecho entre as cidades de Guaratinguetá e Cunha remonta o caminho dos índios Guaianás, que inicia na cidade de Paraty, sobe a serra passando por Cunha e chega até o vale do Rio Paraíba na cidade de Guaratinguetá. Este trajeto teve grande importância na história do Brasil, pois é parte do primeiro caminho aberto para ligar o litoral brasileiro até o sertão de Minas Gerais. Durante os séculos XVI, XVII e XVIII, foi a principal rota para transportar ouro, escravos e mantimentos entre as cidades de Paraty e Ouro Preto (BRASIL, 2017c).

Segundo Willems (1947), alguns núcleos de povoamento, na região de Cunha, só tiveram seu isolamento amenizado com a construção da estrada de rodagem entre Cunha e Guaratinguetá, em 1932. Cunha sentiu esse isolamento, pois desde 1860 viu o velho caminho das Minas abandonado e os portos de Paraty, Mambucaba, Ubatuba, São Sebastião e Iguape perderem a importância e ainda, nesse mesmo período, ocorreu a ligação da cidade de Areias ao porto de Mambucaba, facilitando o escoamento de produtos comerciais e agrícolas por esta rota. Guaratinguetá é um importante centro de comércio e prestação de serviços da região do fundo do Vale do Paraíba, atraindo pessoas dos municípios vizinhos e do sul de Minas Gerais.

O município de Guaratinguetá, o maior produtor de arroz nessa região, possui uma relação bastante estreita com Cunha. Parte do arroz produzido em Guaratinguetá é comercializada em Cunha, sendo o arroz negro, um desses produtos, o qual é consumido por pessoas que moram em Cunha, algumas delas originárias de outras regiões, como São Paulo e Rio de Janeiro. O arroz negro é considerado uma iguaria e, com valores nutricionais acima do arroz tradicionalmente consumido pela população local.

As cestas de produtos orgânicos, como grãos, verduras e legumes, produzidas pelos agricultores locais associados às duas principais ONGs que atuam em Cunha, a SerrAcima e a BioCunha, são também comercializadas no município de Guaratinguetá. A população de Guaratinguetá também consome frutas, *shitake* e pinhão produzidos em Cunha. Outros produtos como o leite e derivados saem de Cunha em direção a Guaratinguetá; entretanto, estes são produtos que não foram inseridos como dados a serem correlacionados nas considerações do nexos AAE para esta pesquisa, por falta de disponibilização de informações.

### 4.3.3 Lagoinha (SP)

Lagoinha localiza-se na microrregião de Paraibuna/Paraitinga, nasceu no período de maior crescimento urbano da região, na época do café, à margem do caminho dos tropeiros, que transportavam café da região para o Porto de Ubatuba. Na fase do café, os pousos dos tropeiros que demandavam de Ubatuba, no litoral norte, para o Vale do Paraíba e sul de Minas Gerais,

deram origem ao povoado, em meados do século XIX (BRASIL, 2017c). Com o fim do plantio do café, o município passou a viver da agricultura e pecuária, preservando várias características do tempo do café, inclusive culturais, como a festa do Divino Espírito Santo (IBGE, 2006).

O nome Lagoinha se deve a uma pequena lagoa, a qual, segundo a história, localizava-se sob o atual mercado municipal. Seu território é cortado pelo Rio Paraitinga, principal afluente do Rio Paraíba do Sul, bacia hidrográfica que no início do ano de 2010, houve uma forte inundação, transformando a geografia local (IBGE, 2017c).

O comércio de produtos agrícolas e agropecuários entre Lagoinha e os municípios vizinhos, principalmente, Cunha e São Luís do Paraitinga é uma prática constante (SerrAcima, 2018).

#### **4.3.4 Lorena (SP)**

Lorena é um município do estado de São Paulo na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte. Conforme IBGE (2017c), foi no início do Século XVII que teve início sua povoação, surgindo como necessidade de apoio às expedições dos bandeirantes e viajantes na travessia do rio Paraíba, na cobiça do ouro à Minas Gerais, onde era instalado o denominado “porto de Guaypacaré”. Deste porto, as expedições dos bandeirantes atravessavam o Paraíba e seguiam em direção aos vales do Embaú e Passa Vinte até atravessar a Serra da Mantiqueira em direção a Minas Gerais.

Em 1816, vinte e oito anos depois de criado seu município, ocorreu o primeiro desmembramento do território de Lorena, Areias, Bananal, Silveiras, Queluz, São José do Barreiro e Lavrinhas se emancipavam e passam a ser municípios. Em 1866 torna-se comarca, da qual faziam parte Silveiras e São José do Barreiro, por meio da lei no 61 de 20 de abril de 1866. Em meados do século XIX, durante o auge da cultura cafeeira, Lorena atingiu uma das fases mais prósperas de sua economia no cultivo e comércio do café IBGE (BRASIL, 2008b). É importante lembrar que nesta cidade está instalada uma sede da Universidade de São Paulo. Quanto aos dados levantados nesta pesquisa, Lorena aparece em seguida do município de Guaratinguetá com grande produção de arroz.

#### **4.3.5 Paraty (RJ)**

O Porto de Paraty, construído em 1726 num local estratégico, foi o ponto final da rota de escoamento do ouro minerado em Minas Gerais. Sua construção permitiu que Paraty passasse a ser ponto de transporte do ouro para Portugal (IPHAN et al., 2015).

Paraty é um dos municípios do Estado do Rio de Janeiro que recebe a classificação de Estância Turística, em seu centro histórico estão presentes construções de elevado valor histórico e arquitetônico. O seu centro colonial português possui ruas calcetadas e edifícios dos séculos XVII e XVIII, é uma das principais cidades coloniais brasileiras do ciclo do ouro, tendo sido um dos mais significativos Portos de navegação brasileiro, além de ter sido, por terra, o ponto de partida da Estrada do Ouro (BRASIL, 2017c).

A Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (Unesco) declarou, em 2019, Paraty e Ilha Grande, no sul do Estado do Rio de Janeiro, como patrimônio mundial da humanidade. A área de abrangência do novo patrimônio brasileiro envolve porções territoriais de seis municípios dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, sendo que a maior parte da área núcleo está em Paraty e Angra dos Reis. No Estado de São Paulo há porções em Ubatuba, Cunha, São José do Barreiro e Areias. Além do centro histórico de Paraty, a região engloba o Parque Nacional da Serra da Bocaina, o Parque Estadual da Ilha Grande, a Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, a Área de Proteção Ambiental de Cairuçu e o Morro da Vila Velha, com um total de quase 150 mil hectares de mata nativa, além de várias comunidades tradicionais como quilombolas, indígenas e pescadores (IPHAN, 2019). No entanto, o título concedido a Paraty e à Ilha Grande também lhes atribui responsabilidades de gestão e compromissos internacionais de preservação relacionados não só à cidade, como também às quatro áreas de preservação ambiental, mostrando que há desafios e entraves urbanos e ambientais a serem superados (CAPONERO; GIRALDI; LEITE, 2019).

Informações do IBGE (BRASIL,2017c), descrevem o início da relação de comércio que ocorreu nessa região, “cerca de setecentos portugueses e dois mil índios subiram a serra do mar pela antiga trilha de Guaianás para combater os índios tamoios, aliados dos franceses na sua luta contra os portugueses. Este episódio deu início a utilização da trilha, particularmente por paulistas e paratienses, que a cavalo ou a pé, começaram a manter um comércio baseado na troca de produtos agrícolas próprios de cada região”. O Porto de Paraty, construído em 1726 num local estratégico, foi o ponto final da rota de escoamento do ouro minerado em Minas Gerais. Sua construção permitiu que Paraty passasse a ser ponto de transporte do ouro (IPHAN et al., 2015).

As cidades de Cunha e Paraty possuem uma importante relação numa rede de influência que se destaca na rota de pessoas que vivem no Vale do Paraíba em busca das praias da região de Paraty e, no sentido contrário, pessoas que vivem na região da costa “sobem” em busca das peculiaridades da Serra de Cunha. Nessa inter-relação estão presentes os produtos alimentícios

como a produção de pescado em Paraty e os produtos da agricultura orgânica em Cunha, ambos os itens comercializados entre as duas cidades.

#### **4.3.6 São José do Barreiro (SP)**

Pelo Porto de Mambucaba e pelo rio do mesmo nome, a partir do século XVII subiram os primeiros colonizadores fundando povoações. Também de Minas Gerais, em direção do mesmo Porto desciam a Serra da Bocaina e acabaram por se fixar ao longo do caminho, uma dessas localidades recebeu o nome de São José do Barreiro (BRASIL, 2017c).

Na descrição de Willems (1947), ainda no século XVIII, descendo a Serra do Mar em direção ao porto da Mambucaba, o capitão Fortunato Pereira Leite e seus familiares vindos de Pouso Alto (MG), se detiveram em um atoleiro de difícil passagem. Nesse local fundaram um arraial onde, em 1820, foi erguida uma capela dedicada a São José. O povoado passou a ser conhecido como São José do Barreiro, nome que ficou conservado quando foi elevado à vila, em 1859.

O município está situado na região do Vale Histórico, é um dos 70 municípios considerados estâncias turísticas no Estado de São Paulo. Igualmente a essa região, o município teve um grande desenvolvimento com o plantio e comércio do café, ali muitas fazendas foram instaladas, as quais foram marcos da época da cafeicultura paulista. O Parque Nacional da serra da Bocaina e as altas altitudes da região são também um grande atrativo aos visitantes, com a presença de diversas cachoeiras, sendo algumas localizadas no traçado da Estrada do Ouro, que desce até Mambucaba e Paraty (BRASIL, 2017c).

#### **4.3.7 São Luís do Paraitinga (SP)**

O Vale do Paraíba no século XVII era passagem de bandeirantes e tropas que se dirigiam a Ubatuba pela “Trilha dos Tamoios”. Muitos viajantes paravam, às margens do Rio Paraitinga, para descansar da viagem às Minas Gerais, trazendo cargas e ouro que seriam despachados para a Europa; assim, foi criada a localidade de São Luís do Paraitinga (BRASIL, 2017c).

São Luiz do Paraitinga foi fundada em 1769 por bandeirantes vindos de Taubaté, Mogi das Cruzes e Guaratinguetá, tendo sido classificada como Estância Turística em 2002. É um importante destino turístico da região do Vale do Paraíba, em particular, devido ao seu Centro Histórico com um conjunto arquitetônico tombado como Patrimônio Cultural Nacional e suas tradições caipiras, incluindo a Folia do Divino e o famoso Carnaval de Marchinhas. O município é formado pela sede e pelo distrito de Catuçaba. O nome "Paraitinga" é uma referência ao Rio Paraitinga que atravessa o município (BRASIL, 2017c). A população deste

município foi a que mais sofreu com as fortes chuvas, no ano de 2010, a qual também ocasionou inundações em todo o centro histórico da cidade.

#### **4.3.8 Silveiras (SP)**

Silveiras está localizada na microrregião de Bananal, no Vale do Paraíba, entre os rios Paraíba e Paraitinga, esta cidade teve o início do seu povoamento no pouso de tropeiros à beira da Estrada da Corte, conhecido como “Pouso do Ventura” (BRASIL, 2008).

A estrada que leva até a cidade de Silveiras recebe o nome de Estrada dos Tropeiros, segundo Willems (1947), o tropeirismo e os famosos artesanatos feitos por moradores da cidade, foram fatores que incentivaram o turismo nessa região. Silveiras também abriga a tradição tropeira, representada nos monumentos, construções, gastronomia e manifestações culturais de sua população. O cultivo de produtos orgânicos é muito praticado no município, sendo que há uma forte relação de trabalho e trocas de sementes, conhecidas como “sementes crioulas<sup>29</sup>”, principalmente, entre Silveiras e Cunha (SerrAcima, 2018).

#### **4.3.9 Ubatuba (SP)**

Ubatuba, muito conhecida por suas belezas naturais, também foi palco de momentos marcantes da história brasileira. Os índios Tupinambás foram os primeiros habitantes da região de Ubatuba. Eram excelentes canoeiros e viviam em paz com os índios do planalto até a chegada dos portugueses e franceses, que tentaram dominá-los, com o intuito de assegurar a posse da terra (BRASIL, 2008).

Ubatuba é uma importante cidade turística brasileira, onde estão diversos atrativos, tanto em mar como em terra. Pouco mais de 80% da área do município está inserida no Parque Estadual da Serra do Mar IBGE (BRASIL, 2007c). Assim como Paraty, a relação de comércio com o pescado produzido em Ubatuba e produtos cultivados em sistemas orgânicos em Cunha, estão presentes na rede de influência entre essas duas cidades.

Nesses contextos históricos, de cada um dos municípios, apontados nesta tese existe uma dinâmica em processos produtivos e comerciais entre Cunha e todas as localidades que a circundam. Na dinâmica existente de produção e consumo dos recursos está a população, a qual

---

<sup>29</sup> Por denominação, as sementes crioulas são variedades desenvolvidas, adaptadas ou produzidas por agricultores familiares, assentados da reforma agrária, quilombolas ou indígenas, com características bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades. De acordo o Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (Nead), estas sementes, passadas de geração em geração, são preservadas nos muitos bancos de sementes que existem no Brasil. Informações adicionais podem ser vistas em: <http://www.fao.org/family-farming/detail/en/c/454148/>

tem a necessidade de movimentar-se, escolher o alimento que quer levar à mesa e utilizar os recursos naturais locais disponíveis.

## 5 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO

Para a análise dos dados, na perspectiva do nexo água-alimento-energia, foram considerados como base para os cálculos os valores da produção de alimentos, além do número de habitantes, em cada um dos dez municípios. Para os municípios localizados no Vale do Paraíba, os quais possuem extensas áreas rurais e, dessa forma, aptidão para produção agrícola, as informações disponíveis pelo IBGE sobre a produção dos itens feijão, arroz, mandioca e milho foram abordadas. Para o município de Cunha foi possível obter informações sobre a produção orgânica local de legumes e verduras. Para os municípios de Paraty e Ubatuba foram trabalhados os dados de maior produção de alimento, que é a produção pesqueira.

Visando alcançar índices de correlação entre os recursos naturais água, alimento e energia, ou seja, o nexo AAE, foi utilizado o programa e editor de planilhas Excel, assim como o “software R”<sup>30</sup>, uma ferramenta para análise e manipulação de dados, com testes paramétricos e não paramétricos, modelagem linear e não linear, análise de séries temporais, simulação e estatística espacial, além de permitir a elaboração de diversos tipos de gráficos. Os dados foram processados segundo plano tabular previamente definido. Os resultados gerados são quantitativos e qualitativos, estando ilustrados com tabelas, gráficos e análises de dados.

Quanto às informações relacionadas ao nexo AAE e os ODS, os dados foram observados para buscar os indicadores que possam recomendar as políticas públicas necessárias para essas localidades alcançarem as metas traçadas pelos ODS.

### 5.1 OS RECURSOS NATURAIS NOS MUNICÍPIOS NO CONTEXTO DOS ODS

Correlacionar dados do nexo AAE aos ODS e indicadores, na escala municipal, possibilita examinar como os recursos água, alimento e energia e as inter-relações entre os setores em cada localidade podem estar refletidos nos ODS em escala regional ou ainda nacional, indicando necessidades adicionais de ações e implementações de políticas públicas que não são aparentes numa análise global, apenas local, entre pequenos municípios inter-relacionados, daí a justificativa da presente análise. Desta forma, a presente abordagem dispensa observação mais afinada sobre a perspectiva do nexo AAE entre organizações internacionais, mecanismos de financiamento regionais e globais, bem como os setores público e privado. O foco permanece nas instituições de pesquisa e partes interessadas locais para incentivar e melhorar o planejamento e a tomada de decisões intersetoriais.

---

<sup>30</sup> O “R” é uma linguagem orientada a objetos criada em 1996 por Ross Ihaka e Robert Gentleman que, aliada a um ambiente integrado, permite a manipulação de dados, realização de cálculos e geração de gráficos.

O quadro de indicadores globais dos ODS foi adotado pela Assembleia Geral em 6 de julho de 2017 e consta da Resolução adotada pela Assembleia Geral sobre os trabalhos da Comissão de Estatística relativa à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (A/RES/71/313). A lista de indicadores oficiais inclui o quadro de indicadores globais, tal como consta na Resolução e, os refinamentos acordados pela Comissão de Estatística na sua 49.<sup>a</sup> sessão, que ocorreu em março de 2018 (E/CN.3/2018/2). A lista completa inclui 232 indicadores sobre os quais foi alcançado um acordo geral. O número total de indicadores listados na estrutura do indicador global de indicadores de ODS é 244. No entanto, como nove indicadores se repetem em duas ou três metas diferentes, o número total real de indicadores individuais na lista é 232 (SDG, 2018). Para o presente trabalho são adotados os Objetivos 2, 5, 6, 7 e os indicadores correspondentes, ou seja, quatro Objetivos, oito Metas e nove Indicadores, os quais estão descritos na Tabela 11. É importante ressaltar que, para o Objetivo 5 “Igualdade de gêneros”, fica sugerida a inserção de uma Meta (5.7) e um Indicador (5.7.1), para complementar os ODS, o que se justifica por terem sido encontrados relevantes dados referentes a esse tema, os quais são apresentados na seção 5.1.2 desta tese e Tabela 14.

Tabela 11 - Os Objetivos, Metas e Indicadores adotados para a pesquisa

Objetivos	Metas	Indicadores
2	2.1, 2.3 e 2.4	2.1.1, 2.1.2, 2.3.1 e 2.4.1
5	5.a e (5.7)	5.a.1 e (5.7.1)
6	6.1 e 6.3	6.1.1, 6.3.1
7	7.1	7.1.1

Fonte: Autoria própria

Para o processamento dos dados, objetivando a utilização dos indicadores ambientais dos ODS, foram levantados os dados disponíveis no Atlas de Desenvolvimento Humano (IBGE, 2010), o qual traz informações sobre a situação de vulnerabilidade para os municípios brasileiros, as quais puderam ser analisadas na perspectiva do nexos AAE e os ODS selecionados.

A Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF) contempla também as informações referentes aos recursos naturais nos municípios (BRASIL, 2018e). Esses dados, quando abordados na perspectiva dos ODS, oferecem resultados que podem subsidiar as políticas públicas locais e regionais, e dessa forma, poderá embasar também os dados nacionais. Os dados coletados para cada um dos municípios, quando relacionados ao contexto dos ODS, os quais investigam os Objetivos 2, 5, 6 e 7 (Tabela 11), são apresentados a seguir.

### 5.1.1 Objetivo 2 dos ODS - Erradicar a fome

Quanto ao Objetivo 2, “acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável”, a pesquisa traz dados relacionados a produção e trabalho na agricultura nos municípios estudados. Quanto aos municípios localizados na região costeira os dados são relacionados à produção pesqueira, expostos na seção 5.5.

Quando considerada a quantidade produzida nos censos 2006 e 2017 (em tonelada), para as culturas selecionadas (arroz, feijão, mandioca e milho), são apresentados os valores totais anuais, conforme apresenta a Tabela 12. Para aqueles que não estão disponibilizados é devido aos valores da produção serem menores aos estabelecidos para a coleta de dados, de uma tonelada (1 t). Dessa forma, esses dados puderam ser levantados por meio do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA) do IBGE e, serão apresentados nos itens a seguir.

Tabela 12 - Quantidade produzida nos Censos (t) (2006 e 2017) nas culturas selecionadas

Município	2006	2017	2006	2017	2006	2017	2006	2017
	Arroz em casca (t)		Feijão preto e cor em grão (t)		Mandioca (t)		Milho (t)	
Areias (SP)	X	X	X	2	X	X	333	X
Cunha (SP)	X	X	177	48	42	46	2677	27354
Guaratinguetá (SP)	9000	5245	2	X	77	77	891	17890
Lagoinha (SP)	X	X	6	15	X	2	967	6918
Lorena (SP)	1390	960	1	X	X	X	421	6195
São José do Barreiro (SP)	X	X	2	7	6	12	108	1185
Paraty (RJ)	X	1	10	4	749	412	50	X
São Luiz do Paraitinga (SP)	X	X	41	10	2	29	3333	16171
Silveiras (SP)	X	X	X	5	X	28	1528	2651
Ubatuba (SP)	X	X	X	1	76	393	2	X

Fonte: Autoria própria, a partir de IBGE (BRASIL 2006; 2007).

Nota:

X - Dados não disponibilizados devido aos valores da produção serem menores aos estabelecidos para a coleta de dados (1 t).

Entretanto, esses dados (Tabela 12) não garantem que a meta 2.1 dos ODS, “até 2030, acabar com a fome e assegurar o acesso de todas as pessoas, em particular os pobres e as pessoas em situação vulnerável, incluindo crianças, a alimentos seguros, nutritivos e suficientes durante todo o ano”, com os respectivos indicadores 2.1.1 “prevalência de subnutrição” e o 2.1.2, “prevalência de insegurança alimentar moderada ou grave na população, com base na Escala de Experiências em Insegurança Alimentar (FIES)”, serão alcançados nessas áreas, pois como pode ser visto na Tabela 13, em todos os municípios há a ocorrência de crianças extremamente pobres. A meta 2.2, “até 2030, acabar com todas as formas de desnutrição”, ainda que não

destacada nessa pesquisa, também deve ser observada e relacionada aos dados coletados para esses municípios.

A Tabela 13 expõe, em porcentagem, a ocorrência de crianças extremamente pobres em cada um dos municípios. Segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano (IBGE, 2010), tais dados se referem à proporção de indivíduos com até 14 anos de idade que têm renda domiciliar *per capita* igual ou inferior a R\$ 70,00 reais mensais, ainda que o universo de indivíduos seja limitado àqueles que vivem em domicílios particulares permanentes. Essa informação significa que os dados oficiais divulgados não consideram pessoas como moradores de rua, presentes em todos esses municípios; estes não estão inseridos nas pesquisas. Dessa forma, pode-se concluir que os números são superiores aos apresentados.

Tabela 13 - Crianças extremamente pobres nos municípios

<b>Municípios</b>	<b>% de crianças extremamente pobres</b>
Areias	7,31
Cunha	4,34
Guaratinguetá	3,23
Lagoinha	4,81
Lorena	3,43
Paraty	6,16
São José do Barreiro	11,36
São Luís do Paraitinga	1,38
Silveiras	8,28
Ubatuba	3,71

Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2019).

Quando comparado aos outros municípios, o município de São José do Barreiro aparece com a maior porcentagem de crianças extremamente pobres (11,36 %), seguido do município de Silveiras (8,28 %) e Areias (7,31%), sendo os três municípios localizados geograficamente próximos uns aos outros, o que pode ser observado no mapa de localização (Figura 40). A menor porcentagem está no município de São Luís do Paraitinga (1,38 %).

A ocorrência de crianças extremamente pobres em todos os municípios dessa região é motivo de precaução e aponta a também urgente necessidade de implementação de políticas públicas no setor de segurança alimentar. Dessa forma, buscar alcançar o Objetivo 2 dos ODS, as metas 2.1 e 2.3 e os indicadores 2.1.1, “prevalência de subnutrição”, e 2.1.2, “prevalência de insegurança alimentar moderada ou grave na população”, estabelecidos.

### 5.1.2 Objetivo 5 dos ODS - Igualdade de gênero

As mulheres rurais representam um importante papel na segurança alimentar mundial. Por isso, é necessário que os governos adotem políticas públicas específicas, voltadas para o empoderamento das produtoras rurais com o objetivo de fortalecer a produção, o acesso aos mercados e o direito a assistência técnica (FAO, 2018).

O Objetivo 5 trata-se de “alcançar a igualdade de gênero e capacitar todas as mulheres e meninas”. Relacionado a esse Objetivo, sugere-se a inserção do item 5.7, “até 2030, garantir a segurança física e profissional das mulheres e meninas que trabalham nos setores agropecuários”, e como indicador o subitem 5.7.1, “proporção de mulheres e meninas que trabalham na agricultura”.

Quando é tratado o tema igualdade de gênero no mundo, dados da FAO (2017) asseguram que as mulheres representam, em média, 43% da força de trabalho agrícola nos países em desenvolvimento, variando esta taxa de 20%, na América Latina, a até 50% na Ásia oriental e África subsaariana. Quanto ao trabalho agrícola assalariado, a taxa média de atividade nessas regiões passou de 32,4% em 1990 para 48,7% em 2010 (BRASIL; FAO, 2014; FAO e OMS, 2017). Há estimativas da FAO, em colaboração com diversas instituições mundiais, que apontam a participação de 60% a 80% de trabalho feminino na agricultura em países Sul Africanos. Essa proporção vem aumentando por razão da diminuição do número de homens em decorrência de guerras, migrações e da AIDS que devasta, principalmente, o continente africano.

A construção de indicadores e sua utilização nos processos de decisão em todos os níveis da sociedade são ferramentas de avaliação de grande importância e relatam dados mais precisos de um município ou região e, permite uma modelagem para outras localidades com os mesmos aspectos socioeconômicos e ambientais. A Tabela 14 exibe os dados relativos aos municípios, pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuário, total de pessoas, mulheres de 14 anos e mais de idade e mulheres de menos de 14 anos de idade.

Tabela 14 - Pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários, total de pessoas, mulheres de 14 anos e mais de idade e mulheres de menos de 14 anos de idade

Pessoal ocupado em estabelecimentos agropecuários			
Município	Pessoas	Mulheres de 14 anos e mais de idade	Mulheres de menos de 14 anos de idade
Areias (SP)	382	32	1
Cunha (SP)	4883	995	46
Guaratinguetá (SP)	1318	152	6
Lagoinha (SP)	724	131	1
Lorena (SP)	671	50	1
São José do Barreiro (SP)	539	86	1
São Luiz do Paraitinga (SP)	1343	193	4
Silveiras (SP)	806	100	5

Fonte: Autoria própria, a partir de IBGE (BRASIL, 2018d).

As informações desta pesquisa comprovaram que nos municípios da área de estudos estão presentes grande número de mulheres e meninas que atuam no setor agrícola, dados que podem ser observados nas Tabelas 14 e 15. Segundo SerraAcima (2018) e BioCunha (2019), bem como relato dos próprios agricultores, mulheres e homens, o tempo real dedicado ao trabalho nas áreas rurais pelas mulheres e meninas não é considerado como tempo resultante de trabalho empregado, configurando-se, assim, como trabalho não remunerado. Paulilo (2013) e Nobre e Hora (2017) destacaram que as mulheres veem os campos em volta de sua moradia como uma extensão da casa e não separam o trabalho que fazem nos dois espaços, declarando todas as atividades como trabalhos domésticos; dessa forma, as estatísticas subestimam a contribuição da mão de obra feminina no trabalho nas lavouras. A Tabela 15 expõe, em números absolutos, mulheres ocupadas em estabelecimento agropecuário nos municípios (2006 e 2017).

Tabela 15 - Mulheres ocupadas em estabelecimento agropecuário - censo agropecuário (2006 e 2017)

Mulheres ocupadas em estabelecimento agropecuário (2006 e 2017) em números absolutos		
Município	Ano 2006	Ano 2017
Areias (SP)	53	33
Cunha (SP)	1.923	1.041
Guaratinguetá (SP)	194	158
Lagoinha (SP)	128	132
Lorena (SP)	298	51
São José do Barreiro (SP)	246	87
São Luiz do Paraitinga (SP)	328	197
Silveiras (SP)	54	105

Fonte: Autoria própria, a partir de IBGE - (BRASIL, 2006); (BRASIL, 2017a).

Pode-se observar (Tabela 15) que está no município de Cunha o maior número de mulheres ocupadas em estabelecimentos agropecuários (1.923) no ano de 2006, e com uma queda para (1.041) em 2017, seguido por São Luiz do Paraitinga com (328) em 2006 e (197) em 2017. Vale ressaltar que para esses dados, foram relacionados somente os municípios localizados no Vale do Paraíba e com vocação para a agricultura.

Para os municípios de Paraty e Ubatuba, com a presença de comunidades caiçaras fortemente orientadas para o meio marinho, os dados pertinentes ao trabalho feminino na agricultura não foram inseridos, ainda que existam mulheres e meninas atuando na agricultura, assim como na atividade da pesca nessas localidades. Por exemplo, na temporada de lulas (*Loligo plei* e *L. sanpaulensis*), de novembro a março, quase todo mundo (homem, mulher e criança) participa da “caçada” de lulas com canoas em todas as áreas com a presença de comunidades de pescadores (POSTUMA e GASALLA, 2010). Essa atividade é considerada “um dado adquirido”, assim como a coleta costeira de moluscos (geralmente por crianças) e não é representada nos resultados das pesquisas domiciliares. Apesar desse trabalho, relativamente poucas pessoas se consideravam “pescadoras”, às vezes devido a uma percepção comparativa com vizinhos e parentes que realmente ganham sua maior renda com a pesca (CARPENTER, 2011).

Um dos pontos importantes para a discussão é o fato de que a participação feminina nas zonas rurais é fator determinante para a melhor qualidade de vida de uma família. De acordo IPEA (2016), nas áreas urbanas, 10% das mulheres em famílias ricas chefiam a casa. Entre as famílias pobres, esse número sobe para 20%, sendo que entre as famílias de agricultores, a pobreza tende a ser menor nas famílias chefiadas por mulheres. A FAO (2017) assegura que as mulheres rurais, com o trabalho no campo na agricultura, são responsáveis pela produção de mais da metade dos alimentos (62%) que vão à mesa de toda a população do mundo.

As agências Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), Fundo Internacional para o Desenvolvimento Agrícola (FIDA) e Programa Mundial de Alimentos (PMA) estão implementando, juntamente com a ONU Mulheres, o programa “Acelerando o Progresso para o Empoderamento Econômico das Mulheres Rurais” que desde 2014, alcançou 51.180 pessoas (40.227 mulheres e 10.953 homens), além de mais de 465 mil familiares em Etiópia, Guatemala, Quirguistão, Libéria, Nepal, Níger e Ruanda (UNITED KINGDOM, 2017).

Segundo FAO (2019), a igualdade de gênero é uma pedra angular na construção de um mundo sem fome e pobreza, sendo que as inovações em tecnologia, serviços e infraestrutura têm grande potencial para promover tal igualdade e o empoderamento econômico das mulheres

e seu papel no desenvolvimento rural. O trabalho conjunto e global ajudará a remover as barreiras estruturais e socioculturais que impedem mulheres e meninas de exercerem seus direitos e liberdades, e assim, homens e mulheres possam ter os mesmos direitos e desfrutar de acesso igual aos serviços, recursos e oportunidades vitais para alcançar os ODS até 2030, incluindo o programa “Fome Zero”.

Análises diversas, cada vez mais, apontam a influência das relações de gênero e questões relacionadas às atividades rurais, revelando assim, as complexas inter-relações de gênero e o papel profundamente enraizado que as mulheres sempre desempenharam na agricultura e na produção de alimentos (CAMPBELL, BELL e FINNEY, 2006).

Quijano (2008) afirma que nas relações de gênero na agricultura estão também a compreensão de que as mulheres possuem interesses ligados aos contextos a que estão inseridas, o que vai além das dimensões histórica, social, geográfica e cultural, as análises de gênero em territórios rurais envolvem a intersecção de quatro espaços institucionais: a casa, a comunidade, o mercado e o Estado.

Se o mundo quer alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, é necessário um grande salto na valorização econômica feminina. Para tanto, são necessárias políticas e ações que visem o reconhecimento do papel das mulheres como produtoras de bens e gestoras do ambiente interno e externo às moradias. Dado esse passo, ocorrerá a redução da pobreza rural e os resultados de políticas públicas poderão ser visíveis. Outro fator importante para a diminuição da pobreza rural é o acesso a programas sociais, entre eles o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf)<sup>31</sup>. Segundo Brito et al. (2015), a mulher se empodera de condições para debater o destino dos recursos quando inicia a oferta de valores para compor e complementar a renda familiar.

Essas áreas são caracterizadas pela agricultura familiar e, na agricultura familiar, as tarefas que a mulheres desempenham vão além das atividades ligadas à agricultura e à pecuária, pois elas participam em todos os processos de produção, sejam artesanais ou industriais, os quais exigem trabalho detalhista e minucioso.

Nesse contexto, para a grande maioria das mulheres, a alimentação é um dos principais interesses, seja na atuação na agricultura, nos afazeres da casa ou nas reuniões e eventos dentro e entre as comunidades, momentos que o alimento sempre está presente.

---

<sup>31</sup> O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) destinava-se a estimular a geração de renda e melhorar o uso da mão de obra familiar, por meio do financiamento de atividades e serviços rurais agropecuários e não agropecuários desenvolvidos em estabelecimento rural ou em áreas comunitárias próximas. Porém numa nota, no dia 30 de abril de 2019, o governo suspendeu alguns itens de financiamento do Programa.

### 5.1.3 Objetivo 6 dos ODS - Água para todos

Quando trabalhado o Objetivo 6, “garantir a disponibilidade e gestão sustentável de água e saneamento para todos”, as informações disponíveis pelo IBGE mostram que em todo o Brasil ainda há a ocorrência de localidades sem acesso à água, e também à água tratada.

Quanto à existência de adutora de água tratada, a Tabela 16 apresenta os dados relativos aos municípios trabalhados, sendo que os municípios: Areias, Cunha, Lagoinha, São José do Barreiro, São Luís do Paraitinga e Ubatuba não são assistidos por adutoras de água tratada.

Tabela 16 - Existência de adutora de água tratada nos municípios

Municípios	Adutora de água tratada, existência	
	Sim	Não
Areias	...	1
Cunha	...	1
Guaratinguetá	1	...
Lagoinha	...	1
Lorena	1	...
Paraty	1	...
São José do Barreiro	...	1
São Luís do Paraitinga	...	1
Silveiras	1	...
Ubatuba	1	1

Fonte: Aatoria própria, a partir de (IBGE, 2018d).

Segundo SDS (2018), o Objetivo 6 dos ODS e sua meta 6.3, a qual anseia “até 2030 melhorar a qualidade da água” é também definido por meio do indicador 6.3.2, “a necessidade de proporção adequada de massas de água de boa qualidade para toda a população”. Neste contexto e para alcançar este Objetivo, a informação exposta na Tabela 16 aponta a não existência de adutora de água tratada em seis do total dos dez municípios, ou seja, 60 % dessas localidades. Nessas áreas é possível notar a existência de despejo de esgoto não tratado nos cursos d’água, somado ao escoamento dos resíduos agrícolas e as águas residuais das indústrias inadequadamente tratadas, o que representam riscos de degradação da qualidade da água.

Água limpa e de qualidade é essencial para a saúde de todos os seres vivos. O acesso à água em quantidade suficiente é uma necessidade básica do ser humano, tanto para o seu consumo próprio quanto para o desenvolvimento de suas atividades econômicas, culturais e de lazer. Logo, o acesso a instalações de saneamento adequadas e seguras também é vital para a higiene, a prevenção de doenças e à saúde humana integral.

Para as questões sociais, a própria estrutura das cidades que, em sua maioria, crescem sem o devido planejamento, somadas às dimensões e desigualdades ambientais e sociais

representam desafios a serem superados. A questão do abastecimento de água em áreas rurais se insere nesse rol de dificuldades dessa meta de atingir a universalização dos serviços de abastecimento de água e saneamento para todos.

Dessa forma, pode-se afirmar a necessidade do atendimento a esse importante item, que é a água tratada para a população, para então, buscar alcançar as metas estabelecidas pelos ODS.

#### 5.1.4 Objetivo 7 dos ODS - Acesso à energia elétrica

O Objetivo 7, “garantir acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos”, sendo a meta 7.1, “até 2030, assegurar o acesso universal a serviços energéticos acessíveis, fiáveis e modernos” (SDG, 2018). A Tabela 17 apresenta dados referentes à existência de energia elétrica para a população desses municípios.

Tabela 17 - Existência de Energia elétrica nos municípios

	Energia elétrica, existência (Censo Demográfico 2010)		
	Sim, de companhia distribuidora	Sim, de outras fontes	Não existe energia elétrica
	Domicílio(s)	Domicílio(s)	Domicílio(s)
Areias	1.060	X	X
Cunha	6.996	...	X
Guaratinguetá	34.093	X	X
Lagoinha	1.686	...	X
Lorena	24.970	X	72
Paraty	10.879	346	219
São José do Barreiro	1.235	X	55
São Luís do Paraitinga	3.447	X	X
Ubatuba	24.641	182	280

Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d).

Nota:

X - Dados restritos devido ao pequeno número de observações na amostra, comprometendo a precisão da estimativa.

... Dados numéricos não disponíveis

Observa-se que considerando os dados disponíveis e, apresentados na Tabela 17, não existe acesso à energia elétrica para 0,3% do total de domicílios no município de Lorena, 2,0 % no município de Paraty, 0,04 % no município de São José do Barreiro e 1,1 % no município de Ubatuba, condição que, se tratados os indicadores do item 7.1.1, “proporção da população que tem acesso à eletricidade” (SDG, 2018), indica que os municípios citados com a não existência de acesso à energia elétrica, para parte da população, devem implementar políticas no setor para atingir a totalidade da população tal acesso. Quanto aos diferentes setores de consumo de energia elétrica e número de consumidores nos municípios estudados os dados estão expostos na Tabela 18. Pode-se observar que o maior consumo de energia elétrica (kWh),

para os dez municípios, está relacionado ao consumo residencial, sendo que essa relação está associada ao maior número de consumidores. Em seguida, o maior consumo está no setor rural para os municípios de Areias, Cunha, Lagoinha, São José do Barreiro, São Luís do Paraitinga e Silveiras, estes com características rurais.

Tabela 18 - Os diversos setores de energia elétrica, número de consumidores e consumo nos municípios

MUNICÍPIO	Residencial		COMERCIAL		RURAL		INDUSTRIAL		ILUMINAÇÃO PÚBLICA		PODER PÚBLICO		SERVIÇO PÚBLICO		CONSUMO PRÓPRIO		TOTAL	
	N.C	kWh	N.C.	kWh	N.C.	kWh	N.C.	kWh	N.C.	kWh	N.C.	kWh	N.C.	kWh	N.C.	kWh	N.C.	kWh
Areias	1.171	1.757.247	92	396.257	186	913.146	1	1120	8	339.266	22	140.480	3	150.165	0	0	1.483	3.697.680
Cunha	7.764	10.132.933	588	2.511.384	2.337	6.128.497	54	607.857	14	1.226.806	117	553.259	7	117.809	0	0	10.881	21.278.545
Guaratinguetá	43.852	103.667.750	3.306	59.338.402	722	4.853.580	180	201.693.738	57	10.826.741	304	12.955.103	47	7.796.978	4	215.731	48.472	401.348.022
Lagoinha	2011	2396880	106	635034	738	2049275	7	36408	3	237.144	30	181.129	4	315.110	0	0	2.899	5.850.980
Lorena	30.880	71.346.980	2.281	32.459.302	336	2.951.168	125	113.623.792	51	7.417.193	193	5.445.281	38	5.954.902	3	151.600	33.907	239.350.218
Paraty	27.689	41.138.740	0	16.350.017	9.844	803.157	0	391.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66.432.949
São José do Barreiro	1.562	2.171.453	134	691.999	245	986.849	6	242.818	8	336.732	48	168.552	2	5.370	2	32.901	2.007	4.636.675
São Luís do Paraitinga	4.105	5.519.789	267	1.943.883	1.379	4.852.418	21	312.158	13	561.616	56	438.462	14	769.201	3	35.320	5.858	14.432.847
Silveiras	2.171	3.298.858	140	701.039	586	1.553.979	11	162.845	9	393.069	39	208.712	8	284.070	1	11.760	2.965	6.614.331
Ubatuba	57.651	109.467.313	5.894	58.392.921	461	1.175.695	791	5.624.854	71	7.879.302	242	3.413.697	67	6.876.810	4	166.405	65.181	192.996.997

Fonte: Autoria própria, a partir de Anuário Estatístico do Estado de São Paulo (BRASIL, 2018a); Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro (BRASIL, 2018a); Ampla Energia e Serviços S.A.

População de Paraty - Censo 2010 – IBGE (BRASIL, 2010a).

Quando aparece o número "0" não há informação disponível

Nota:

N.C – Número de consumidores

Quando relacionado ao nexos AAE, confirma-se que os maiores produtores de alimentos estão localizados nos municípios com características rurais e que fazem uso da terra, com produções de leguminosas, hortaliças, frutas e verduras. Em relação ao município de Guaratinguetá, deve-se considerar que a produção de arroz é classificada como produção industrial; entretanto, neste município também estão presentes outros setores da indústria. Nesse contexto, um grande volume de água é utilizado tanto na produção de alimentos, o que evidencia as correlações estatísticas apresentadas, como em diversos setores da indústria.

## 5.2 A ÁGUA NO CONTEXTO DO NEXO AAE

Para tratar as dimensões da estrutura de referências ao nexos AAE nos municípios, considerou-se os dados relacionados à produção e consumo dos três recursos naturais e a inter-relação com os municípios vizinhos e/ou confrontantes. As informações relacionadas com o serviço ecossistêmico<sup>32</sup> para os municípios são escassas, assim serão tratadas as informações referentes a dados oficiais disponíveis e àqueles obtidos na pesquisa em campo. A Tabela 19 apresenta os dados de oferta e demanda de água nos municípios - Região Hidrográfica Atlântico Sudeste no período.

---

<sup>32</sup> Serviços ecossistêmicos, ambientais ou naturais são os serviços que a natureza fornece ao homem e que são indispensáveis à sua sobrevivência, estando associados à qualidade de vida e bem-estar da sociedade.

Tabela 19 - Dados de oferta e demanda de água nos municípios - Região Hidrográfica Atlântico Sudeste (2005 - 2015 - 2025)

Município	Estado	Sub-Bacia		Categoria da Operadora	Operadora	População			Demanda Média (L/s)			Manancial	Tipo Manancial	Tipo Sistema	Sistema
		Nível 2	Nível 3			2005	2015	2025	2005	2015	2025				
Cunha	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Serviço Municipal	DAE – Cunha	11.666	13.418	15.867	29	34	40	Cachoeira do Pimenta	Superficial	Isolado	Isolado Cunha
Guaratinguetá	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Serviço Municipal	SAEG – Guaratinguetá	102.099	108.278	114.751	282	300	317	Ribeirão Guaratinguetá	Superficial	Isolado	Isolado Guaratinguetá 1 (Central)
Guaratinguetá	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Serviço Municipal	SAEG – Guaratinguetá	102.099	108.278	114.751	282	300	317	Ribeirão dos Lemes	Superficial	Isolado	Isolado Guaratinguetá 1 (Central)
Guaratinguetá	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Serviço Municipal	SAEG – Guaratinguetá	102.099	108.278	114.751	282	300	317	Ribeirão Guaratinguetá	Superficial	Isolado	Isolado Guaratinguetá 2 (Pedrinha)
Guaratinguetá	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Serviço Municipal	SAEG – Guaratinguetá	102.099	108.278	114.751	282	300	317	Lagoa da Rocinha	Superficial	Isolado	Isolado Guaratinguetá 3 (Rocinha)
Lagoinha	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	2.969	3.404	3.936	7	8	9	Rio do Macaco	Superficial	Isolado	Isolado Lagoinha
Lorena	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	76.480	79.513	82.331	43	48	52	Poços Lorena SUB A	Subterrâneo	Isolado	Isolado Lorena 1
Lorena	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	76.480	79.513	82.331	43	48	52	Córrego Fortaleza	Superficial	Isolado	Isolado Lorena 2
Lorena	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	76.480	79.513	82.331	43	48	52	Poços Lorena SUB B	Subterrâneo	Isolado	Isolado Lorena 2
Lorena	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	76.480	79.513	82.331	43	48	52	Poço Lorena SUB C	Subterrâneo	Isolado	Isolado Lorena 3
Lorena	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	76.480	79.513	82.331	43	48	52	Ribeirão Posses	Superficial	Isolado	Isolado Lorena 4
Lorena	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	76.480	79.513	82.331	43	48	52	Poço Lorena SUB D	Subterrâneo	Isolado	Isolado Lorena 4
Paraty	RJ	LITORÂNEA SP RJ	BAIA DA ILHA GRANDE (RJ)	Serviço Municipal	PM – Rio de Janeiro	14.637	16.716	18.596	37	42	47	Cachoeira Pedra Branca	Superficial	Isolado	Isolado Parati 1

Continuação da Tabela 19

Município	Estado	Sub-Bacia		Categoria da Operadora	Operadora	População			Demanda Média (L/s)			Manancial	Tipo Manancial	Tipo Sistema	Sistema
		Nível 2	Nível 3			2005	2015	2025	2005	2015	2025				
Paraty	RJ	LITORÂNEA SP RJ	BAIA DA ILHA GRANDE (RJ)	Serviço Municipal	PM – Rio de Janeiro	14.637	16.716	18.596	37	42	47	Cachoeira do Caboclo	Superficial	Isolado	Isolado Parati 2
*São José do Barreiro	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Serviço Municipal	PM – São José do Barreiro	2.700	4.069	0	0	0	0	Córrego do Quilombo e Córrego da Cachoeira	Superficial	Isolado	Isolado (Área Urbana e Área Rural)
São Luís do Paraitinga	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	6.404	7.104	7.987	10	11	14	Rio Paraitinga	Superficial	Isolado	Isolado São Luís do Paraitinga
Silveiras	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	2.482	2.598	2.717	4	6	8	Córrego Fundo	Superficial	Isolado	Isolado Silveiras
Silveiras	SP	PARAÍBA DO SUL	ALTO PARAÍBA DO SUL	Companhia Estadual	SABESP	2.482	2.598	2.717	4	6	8	Poços Silveiras	Subterrâneo	Isolado	Isolado Silveiras
Ubatuba	SP	LITORÂNEA SP RJ	LITORAL NORTE (SP)	Companhia Estadual	SABESP	70.629	83.524	97.524	304	343	409	Rio Grande/Ubatuba	Superficial	Isolado	Isolado Ubatuba (Carolina)
Ubatuba	SP	LITORÂNEA SP RJ	LITORAL NORTE (SP)	Companhia Estadual	SABESP	70.629	83.524	97.524	304	343	409	Rio Comprido	Superficial	Isolado	Isolado Ubatuba (Carolina)
Ubatuba	SP	LITORÂNEA SP RJ	LITORAL NORTE (SP)	Companhia Estadual	SABESP	70.629	83.524	97.524	304	343	409	Rio Itamambuca	Superficial	Isolado	Isolado Ubatuba (Itamambuca)
Ubatuba	SP	LITORÂNEA SP RJ	LITORAL NORTE (SP)	Companhia Estadual	SABESP	70.629	83.524	97.524	304	343	409	Rio Lagoinha	Superficial	Isolado	Isolado Ubatuba (Maranduba)
Ubatuba	SP	LITORÂNEA SP RJ	LITORAL NORTE (SP)	Companhia Estadual	SABESP	70.629	83.524	97.524	304	343	409	Rio das Piabas (Maranduba)	Superficial	Isolado	Isolado Ubatuba (Maranduba)
Ubatuba	SP	LITORÂNEA SP RJ	LITORAL NORTE (SP)	Companhia Estadual	SABESP	70.629	83.524	97.524	304	343	409	Córrego sem nome (Rua Inhambú)	Superficial	Isolado	Isolado Ubatuba (Vermelha do Sul – Inhambú)
Ubatuba	SP	LITORÂNEA SP RJ	LITORAL NORTE (SP)	Companhia Estadual	SABESP	70.629	83.524	97.524	304	343	409	Córrego sem nome (Rua Rouxinol)	Superficial	Isolado	Isolado Ubatuba (Vermelha do Sul – Rouxinol)

Fonte: Autoria própria, a partir da Agência Nacional de Águas - ANA (BRASIL, 2016a), (BRASIL, 2018d).

\* Dados disponibilizados pela Prefeitura do município de São José do Barreiro.

O volume de produção e consumo de água nos municípios podem ser observados na Tabela 20.

Tabela 20 - Volume de água produzido e consumido nos municípios

Município	Volume de água produzido (1.000 m <sup>3</sup> /ano)	Volume de água consumido (1.000 m <sup>3</sup> /ano)
Areias	1.000,00	500,00
Cunha	227,00	220,00
Guaratinguetá	15.278,72	6.171,75
Lagoinha	211,27	157,39
Lorena	7.182,98	4.605,46
Paraty	4.671,00	4.191,90
São José do Barreiro	209,00	201,00
São Luís do Paraitinga	489,62	342,62
Silveiras	226,82	202,81
Ubatuba	8.382,68	6.895,55

Fonte: Aatoria própria, a partir de SNIS - (BRASIL, 2019), (BRASIL, 2018d).

As fontes de dados do Sistema Nacional de Saneamento, BRASIL (2019), apresentam dados dos municípios brasileiros informando, através do código G12A, “população total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE (Habitantes)”, no qual Cunha e São José do Barreiro aparecem sem informações. Para completar as informações expostas na Tabela 20, a qual apresenta dados de volume de água produzido e consumido nos municípios, foram utilizados os dados do IBGE (BRASIL, 2018d). Observa-se que entre os municípios, Guaratinguetá é o único que aparece com mais do que o dobro de volume de produção do que de consumo de água, o que se deve, segundo ANA (BRASIL, 2016a), ao grande volume de água que oferecem as nascentes d’água localizadas na Serra da Mantiqueira. Pelo fato de ser o consumo um volume muito inferior ao produzido, as informações apontam que se deve a dois fatores, o primeiro e mais significativo, a elevados índices de perda de água nos sistemas de distribuição e, o segundo, ao grande volume de água utilizado na irrigação do arroz que retorna para a sistema hídrico municipal.

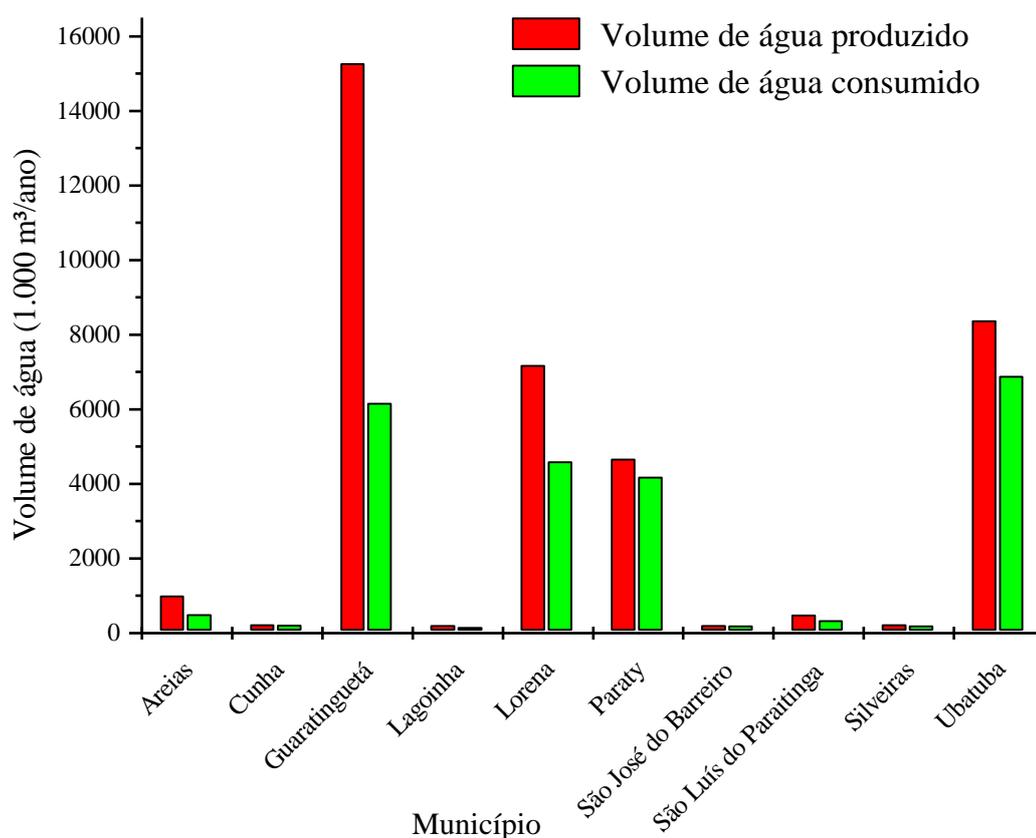
É importante destacar que Guaratinguetá participa do Programa Produtor de Água<sup>33</sup>, realizado na Bacia Hidrográfica do Ribeirão de Guaratinguetá, principal manancial de

<sup>33</sup> A Lei N°. 4.787 de 16 de novembro de 2017, que institui o Programa de incentivo à proteção da qualidade e disponibilidade da água nas Bacias Hidrográficas do município de Guaratinguetá, contempla o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). O Programa Produtor de Água estimula a proteção e disponibilidade de água nas Bacias Hidrográficas do município de Guaratinguetá, trata-se de uma iniciativa voluntária de restauração do potencial hídrico e do controle da poluição do meio rural. Ele prevê pagamentos aos produtores rurais que, por

abastecimento público do município e também local onde são realizadas ações de recuperação de matas ciliares.

Para os outros municípios, os valores de consumo são mantidos próximos aos valores de produção. A Figura 42 apresenta o gráfico que possibilita a visualização dos dados de produção e consumo de água nos municípios.

Figura 42 - Volume de água produzido e consumido nos municípios



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2019).

O maior volume na produção de água, entre os municípios estudados, está no município de Guaratinguetá com 15.278,72 (1.000 m³/ano), seguido pelo município de Ubatuba, Lorena e Paraty. Esses também são os municípios mais populosos, portanto com maior consumo de água. Somado a isso, Paraty e Ubatuba estão localizados na encosta da Serra do Mar, região de grande produção de água. Quanto aos municípios de Guaratinguetá e Lorena, esses são também os municípios que utilizam grande volume de água para irrigação na produção de arroz. É importante destacar que a utilização da água no cultivo de arroz obedece a processos

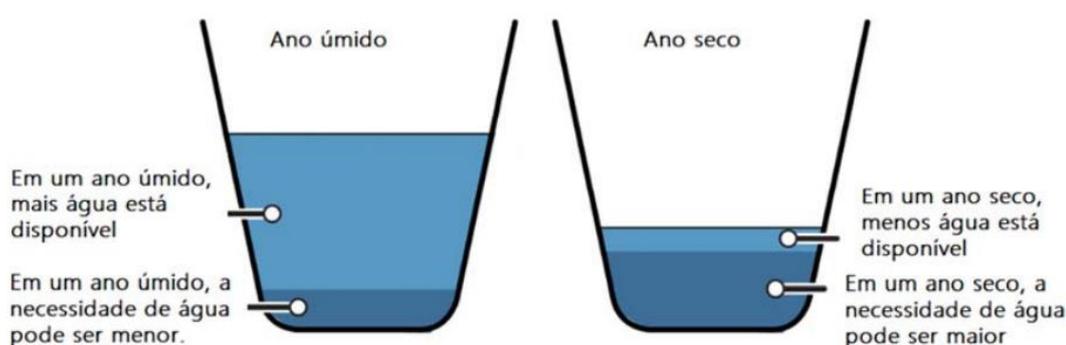
---

meio de práticas e manejos conservacionistas e de melhoria da vegetação nativa, contribuam para o aumento da infiltração de água, aumento da biodiversidade e consequente minimização da erosão no solo.

diferenciados de irrigação do que a irrigação para os outros cultivares como feijão, mandioca, milho e também para os legumes e verduras.

Na análise do uso da água para o cultivo de alimentos, a variabilidade climática determina o processo de uso dos recursos hídricos, em um ano com alta precipitação, o uso de água para irrigação será menor do que em um ano seco, com baixa pluviometria. Dessa forma, o uso do volume de água para irrigação em um ano seco aumenta e ao contrário, diminui em ano com maiores períodos de chuva. Esse conceito pode ser visualizado na Figura 43.

Figura 43 - Impacto da variabilidade climática na demanda de água



Fonte: Adaptado de (MURRAY-DARLING BASIN AUTHORITY, 2019).

Para as informações relacionadas ao uso dos recursos hídricos na região de estudo, devem ser consideradas as variabilidades climáticas ocorridas, por um lado, a crise hídrica nos anos de 2014 e 2015 e, por outro, as fortes chuvas sucedidas no ano de 2010.

### 5.3 A PRODUÇÃO AGRÍCOLA

É importante enfatizar que, para os itens selecionados na produção da agricultura foram mantidas como variáveis os itens assumidos como sendo os principais produtos na alimentação do brasileiro, os quais, para os estados de São Paulo e Rio de Janeiro inseridos na Região 134, segundo DIEESE e (BRASIL, 2017a), são: feijão, arroz, milho e mandioca, e ainda, legumes e verduras. Vale ressaltar que esses são itens disponíveis para os municípios trabalhados nesta pesquisa e foram obtidos a partir do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA)<sup>35</sup>

<sup>34</sup> As regiões brasileiras são classificadas em: Região 1, 2, 3 e 4, sendo que os produtos da Cesta Básica e suas respectivas quantidades mensais são diferentes por regiões e foram definidos pelo Decreto 399 de 1938, que continua em vigor.

<sup>35</sup> O LSPA fornece estimativas de área plantada, área colhida, quantidade produzida e rendimento médio de produtos selecionados com base em critérios de importância econômica e social para o País. Para os produtos divulgados, estabelecendo-se os seguintes parâmetros objetivos: deve representar, no mínimo, 1% do valor da produção nacional ou pelo menos 1% da área agrícola brasileira. Com base em tais critérios, a partir de 2018, o novo elenco investigado pelo LSPA passou a ser formado por 18 produtos que representam, em conjunto, cerca

do IBGE, exceto legumes, verduras e raízes (olericultura), itens que foram tratados apenas para o município de Cunha.

Para a análise dos dados de valores médios das variáveis<sup>36</sup>, dos diversos produtos utilizados na alimentação da população, é possível observar o consumo médio dos diferentes produtos utilizados pela população (Tabela 21).

Tabela 21 - Valores médios das variáveis do consumo dos diferentes produtos utilizados na alimentação da população - Brasil - América Latina - Mundo

Variáveis	Média	Média	Média
Gramas/alimento/ dia/habitante	Brasil	América Latina	Mundial
	26,94	29,29	31,52

Fonte: (SAMPAIO, 2001), dados com base na Tabela 10; FAOSTAT (FAO, 2018).

As diferenças dos padrões alimentares e dos valores de consumo para Brasil e América Latina estão relacionadas a limitações e oportunidades que variam de região para região, de tal modo que, os alimentos mais disponíveis são aqueles que apresentam condições de produção mais favoráveis naquele País (SAMPAIO, 2001). Ainda que os dados sobre os valores médios do consumo de produtos utilizados na alimentação da população sejam estabelecidos, é importante destacar que, infelizmente, coexistem uma porcentagem da população em situação de risco em relação ao tema alimentação, principalmente nos grandes centros.

Mesmo que a produtividade do trabalho na agricultura de base familiar seja inferior à da grande produção mecanizada (o que não é certo), há outras vantagens no primeiro modelo. Tornando-se o setor mais homogêneo, sua produtividade média tende a ser maior, sendo menor a concentração de renda, os gastos em consumo tendem a distribuir-se pelo conjunto da população, aumentando o mercado de bens de uso comum, produzidos internamente, muitas vezes localmente (SAMPAIO, 2001).

Em 2006, o Censo Agropecuário (BRASIL, 2006) consolidou um quadro claro sobre a agricultura familiar, com sua renda de cerca de R\$ 54 bilhões/ano e com mais de 4,3 milhões de estabelecimentos, a agricultura familiar produziu 36,11 % da produção agropecuária total, naquele ano, com cerca de 70% dos alimentos consumidos no país, empregou 74,4% dos trabalhadores rurais e produziu 38% da receita bruta da agropecuária brasileira. As pesquisas

de 93% do valor da produção e aproximadamente 97% da área agrícola do País, conforme dados da pesquisa Produção Agrícola Municipal – PAM (IBGE, 2019).

<sup>36</sup> Variável é uma característica de uma unidade que está sendo observada, que pode assumir um valor ou um conjunto de valores, a qual pode ser atribuída uma medida numérica ou uma categoria de uma classificação conforme o IBGE, (BRASIL, 2017).

do IPEA (2013) consideraram que estes números não significam que os pequenos agricultores brasileiros estejam vivendo tempos de tranquilidade, pelo contrário, perfazem a maior parte da parcela da população em situação de extrema pobreza no país. É importante frisar que, apesar da agricultura familiar ocupar apenas 24,3% da área utilizada em atividades agropecuárias no país, na análise de Souza (2014), neste universo, situam-se segmentos tão diversos como extrativistas e assentados, minifundiários e pequenos empresários, agroecologistas e monocultores, classificando-os como: os miseráveis e os bem-de-vida, sendo esta característica de multifaces, o que faz da agricultura familiar um setor disputado tanto do ponto de vista econômico, quanto do político e ideológico.

As informações relativas à produção agropecuária no Brasil são elaboradas pelo IBGE por meio de pesquisas estruturais, em nível territorial de município, como a Pesquisa Agrícola Municipal e Pesquisa da Pecuária Municipal. Em termos conjunturais, os dados são disponibilizados por meio do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, de caráter mensal, no entanto, com limitação regional no nível territorial Unidade da Federação. Desse modo, para que fosse possível obter a série histórica ao longo do período analisado, para as informações apresentadas para a produção de feijão, milho, mandioca e arroz nos municípios, o trabalho utiliza as bases disponibilizadas pela Produção Agrícola Municipal (PAM).

No caso da necessidade da obtenção de um conjunto mais amplo das características da atividade agrícola e pecuária do País faz-se necessário a consulta aos resultados do Censo Agropecuário (2006 e 2017). No Censo Agropecuário é possível levantar maior detalhamento referente as cadeias produtivas da atividade agrícola concernentes à produção, características dos estabelecimentos e pessoas ocupadas em estabelecimento agropecuário.

Com relação à quantidade produzida, especificamente, de mandioca, chama a atenção a maior produção relativa desta em Paraty. A farinha de mandioca ou suas raízes cozidas são fontes tradicionais de alimentos em várias partes da planície da América do Sul e é de grande importância na alimentação das famílias caiçaras na costa da Mata Atlântica.

A Produção Agropecuária Municipal (PAM), para os 10 municípios, geradas através do banco de dados - Banco Multidimensional de Estatística (BME) do IBGE (BRASIL, 2018d), é apresentada na Tabela 22. Para o município de Cunha foi possível a obtenção de dados da produção agrícola local, os quais possibilitaram o tratamento relacionado ao nexos AAE (item 5.4), assim como para os municípios de Paraty e Ubatuba, os quais foram trabalhados segundo a produção pesqueira (item 5.5).

Tabela 22 - Produção Agrícola Municipal (PAM) (t) (2018)

Municípios	Quantidade produzida (tonelada)
Areias	437,67
Cunha	1.641,67
Guaratinguetá	5.380,00
Lagoinha	318,38
Lorena	30,00
Paraty	4.426,75
São José do Barreiro	709,20
São Luiz do Paraitinga	535,75
Silveiras	258,57
Ubatuba	1.218,00

Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d).

Os valores dispostos na Tabela 22 representam a média de produtos, quantidade produzida de grãos e frutos no ano de 2018.

A Produção Agropecuária Municipal (PAM), para os 10 municípios, que tem como referência (BRASIL, 2018d), a qual expõe a quantidade de alimentos produzida em toneladas para cada município, confirma que a totalidade dos municípios possui produção no setor agropecuário.

As informações indicam que o município de Lorena, com características urbana/rural/industrial, apresenta a menor quantidade produzida (30,00 toneladas), quando comparado aos outros municípios. Quando observados os ODS, este dado aponta a importância de ser avaliado nas implementações de políticas públicas deste município, já que conta com uma população de 82.537 habitantes e, segundo Brasil (2018d), possui 188 estabelecimentos agropecuários. Além disso, segundo Atlas de Desenvolvimento Humano, Brasil (2010), este município conta com o índice de 3,43 % de crianças extremamente pobres (Tabela 13), o que reforça ainda mais a necessidade de políticas públicas adequadas para alcançar o Objetivo 2 dos ODS.

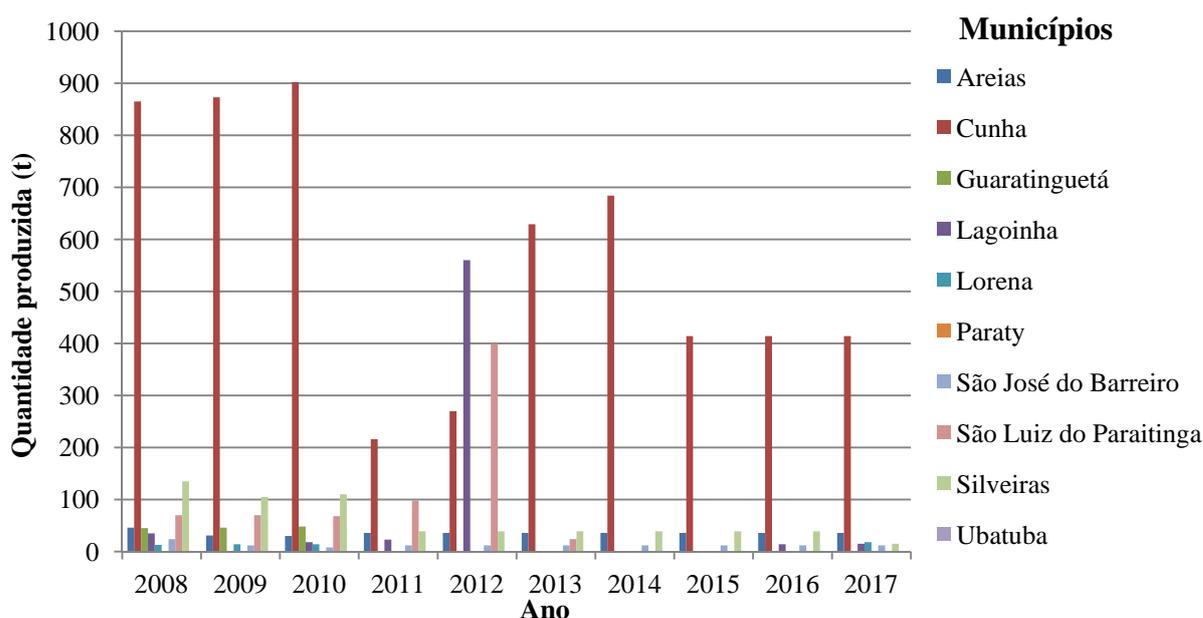
### 5.3.1 A produção de feijão nos municípios

As pesquisas relacionadas ao recurso alimento incluiu como base de informações a Produção Agrícola Municipal (PAM), banco de dados disponibilizado por Brasil (2018d). A Figura 44 exibe a produção do item feijão nos municípios no período (2008-2017), quantidade produzida em grão (tonelada).

O município de Cunha, quando comparado aos outros municípios, é o maior produtor do item feijão para todos os anos de referência. Entretanto, pode-se observar que no ano de 2011

houve uma queda na quantidade produzida (216 toneladas), enquanto o ano anterior, 2010, a produção foi de 873 toneladas, voltando a uma média de 400 toneladas nos anos de 2015, 2016 e 2017. As informações apontam que no ano de 2012 o município de Lagoinha teve uma alta produção (560 toneladas), seguido do município de São Luiz do Paraitinga (399 toneladas) e Cunha com uma produção de (270 toneladas) de feijão.

Figura 44 - Produção de feijão nos municípios (t) (2008 - 2017)



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d).

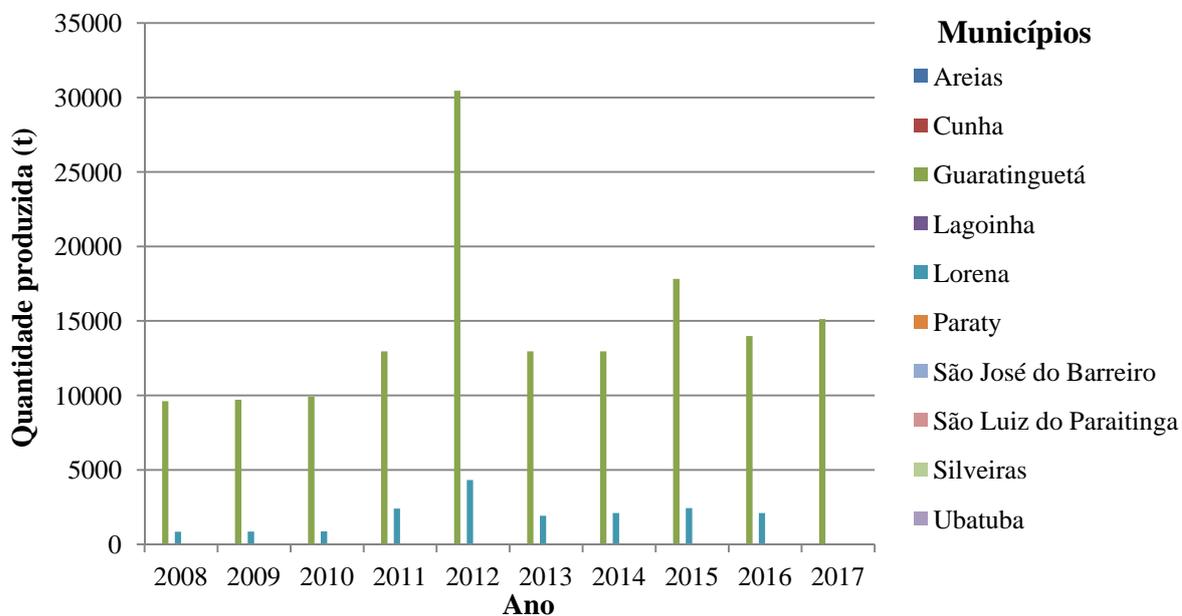
### 5.3.2 A produção de arroz nos municípios

Os municípios situados em áreas do Vale do Paraíba que estão, em função da disponibilidade hídrica e geomorfologia, entre as mais apropriadas para a produção de arroz, está em destaque Guaratinguetá. A Figura 45 apresenta as informações sobre a produção de arroz nos dez municípios, em seguida a Figura 46 sem os municípios de Guaratinguetá e Lorena, os maiores produtores desse item, para que possa ser melhor visualizada a distribuição da produção do arroz em todos os municípios.

O município de Guaratinguetá aparece com a maior produção de arroz entre todos os municípios trabalhados, com um valor médio de (9.700 toneladas) nos anos de 2008, 2009 e 2010, elevando para (12.960 toneladas) no ano de 2012 e mantendo a média de valores (14.000 toneladas) nos anos seguintes, até 2017. Pode-se observar que em seguida está o município de Lorena, o qual teve uma produção de (850 toneladas) no ano de 2008 e a maior produção ocorreu no ano de 2012 (4.320 toneladas). Quanto aos outros municípios o cultivo

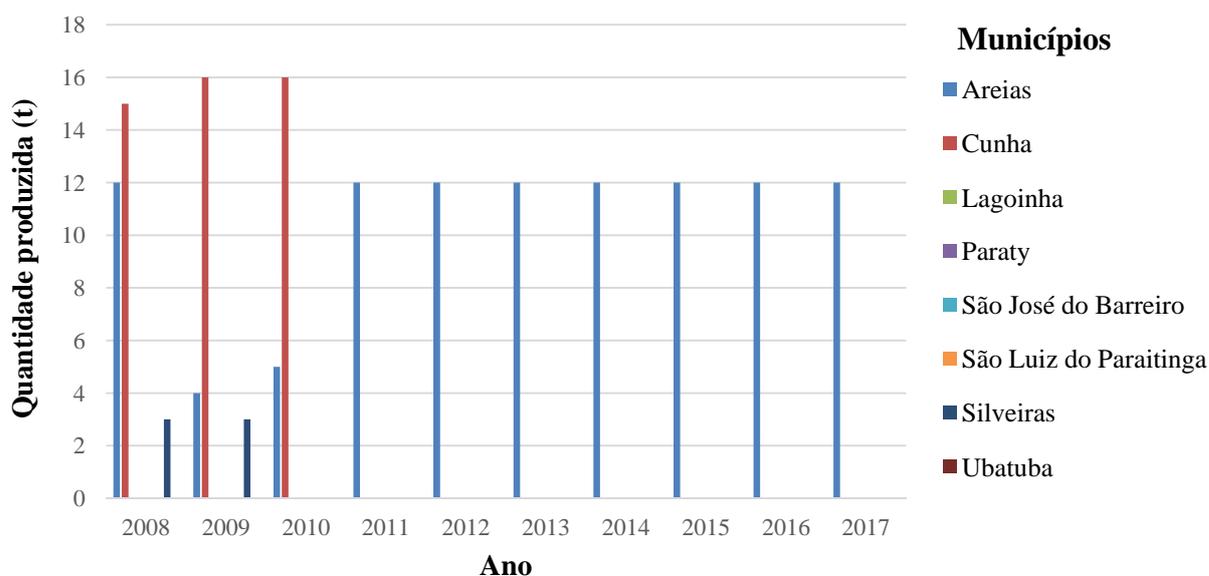
de arroz não é expressivo, quando comparados aos dois municípios citados, esses dados estão representados na Figura 46, quando Guaratinguetá e Lorena foram excluídos.

Figura 45 - Produção de arroz nos municípios (t) (2008 - 2017)



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d).

Figura 46 - Produção de arroz nos municípios (t) (2008 - 2017), excluídos os municípios de Guaratinguetá e Lorena



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d).

É importante observar que o arroz aparece com produção, ainda que pequena, quando relacionada aos municípios de Lorena e Guaratinguetá, está presente no município de Areias em todo o período. Porém, em Cunha a produção de arroz ocorreu até o ano de 2010 e já não

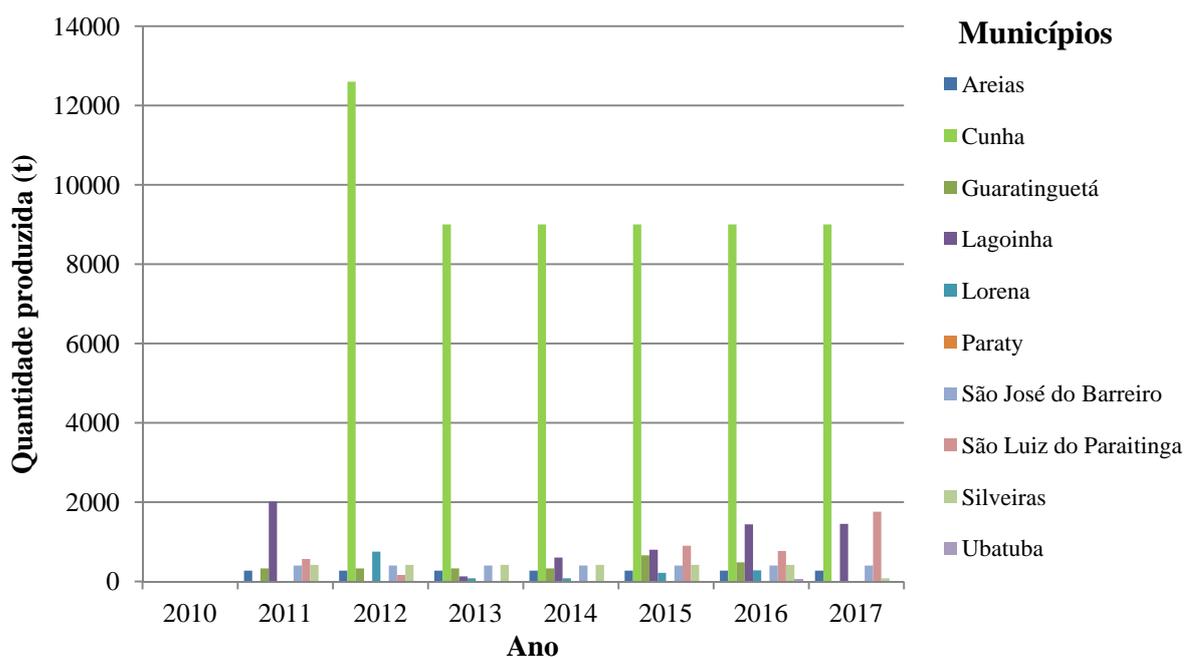
está presente nos anos seguintes. Logo, os dados do IBGE para as informações disponíveis da Produção Agrícola Municipal (PAM), Brasil (2018e), esclarecem que os produtos agrícolas que no município não atinjam a um hectare de área plantada ou destinada à colheita e uma tonelada de produção no ano de referência, deixam de ter suas informações consideradas na pesquisa.

Quanto ao uso dos recursos hídricos para a produção de arroz, Vitale (2014) declarou ter sido recorrentes os conflitos entre irrigantes e a Prefeitura de Guaratinguetá por conta do uso intensivo de defensivos agrícolas à montante da tomada de água, prejudicando seriamente o abastecimento de água no município. Os agricultores de arroz faziam uso intensivo de agrotóxicos e fertilizantes. Esses produtos retornavam ao Ribeirão Guaratinguetá durante a drenagem das plantações de arroz, atingindo diretamente o abastecimento de água do município, uma vez que a captação da Estação de Tratamento de água (ETA) está localizada à jusante da área agrícola.

### 5.3.3 A produção de milho nos municípios

Quanto à produção de milho, a Figura 47 apresenta a quantidade de produção em toneladas nos municípios, período de 2010 a 2017. As informações para esse alimento estão disponíveis somente a partir do ano de 2010, embora que para este ano, os dados não estão disponibilizados.

Figura 47 - Produção de milho nos municípios (t) (2010 - 2017)



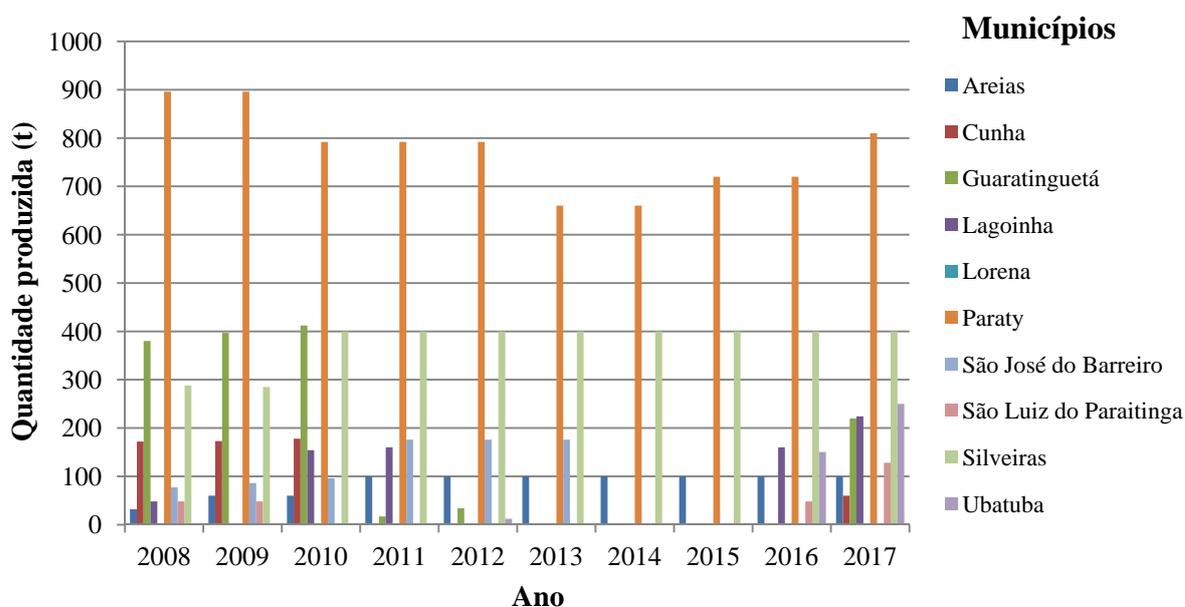
Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d).

Está no município de Cunha a maior produção de milho quando comparado aos outros municípios, o que, segundo os agricultores locais, isso se deve também ao fato de que existe uma pequena indústria de derivados do milho na cidade, a farinha de milho e o fubá. A “fábrica de farinha”, como é chamada, torna-se um incentivo a essa produção, motivo que facilita o escoamento da produção, atendendo tanto os grandes como os pequenos produtores locais.

### 5.3.4 A produção de mandioca nos municípios

Quanto à produção de mandioca nos municípios, a Figura 48 apresenta as informações relacionadas a esse alimento, no período de 2008 a 2017, considerando a variável quantidade de produção de mandioca em tonelada.

Figura 48 - Produção de mandioca nos municípios (t) (2008 - 2017)



Fonte: Autoria própria, a partir de (BRASIL, 2018d).

A farinha de mandioca está na mesa de todas as famílias caiçaras<sup>37</sup>; pode-se observar que o item de alimento “mandioca”, para todo o período, possui a maior produção no município de Paraty. Dessa forma, confirma-se que além da grande produção de pescado nesse município, a mandioca é destaque na produção de alimentos; assim, o uso da terra no município de Paraty está representado no plantio da mandioca.

<sup>37</sup> “Caiçara” é uma palavra de origem tupi *caá-içara*, que significa cerca de ramos. Caiçara se refere aos habitantes das zonas litorâneas, o termo é uma denominação regional para aquelas comunidades e indivíduos que vivem ao longo do litoral dos Estados de São Paulo, Paraná e Rio de Janeiro. As comunidades caiçaras surgiram a partir do sec. XVI, com a miscigenação de brancos e índios.

Os caiçaras mantêm uma alta diversidade de variedades de mandioca amarga e doce. Porém, cultivar variedades doces (em vez de amargas) tornou-se mais fácil porque elas não dependem de roças e porque o processamento não é necessário (HANAZAKI et al. 2013). Segundo Emperaire e Peroni (2007), a mandioca amarga é geralmente cultivada nas clareiras da floresta (roças) e precisa ser processada em farinha (para reduzir o conteúdo cianogênico) antes do consumo, enquanto a mandioca doce pode ser cultivada em jardins nos arredores das casas e em roças e, suas raízes podem ser consumidas diretamente após cozidas.

Nesse município, a cana-de-açúcar também é muito utilizada na fabricação de famosas marcas de cachaças ali fabricadas, entretanto o produto não aparece nos dados disponíveis sobre alimentos.

#### 5.4 O NEXO ÁGUA-ALIMENTO-ENERGIA NO CONTEXTO DA AGRICULTURA

A fertilidade do solo é uma questão fundamental para os agricultores, pois eles precisam repor os nutrientes retirados da terra através das plantações. De acordo com a Agrifood Atlas (2018), os três principais nutrientes do solo (nitrogênio, fósforo e potássio) são encontrados em estrume, esterco de frango, resíduos da colheita e outros materiais de origem animal ou vegetal. Os fertilizantes minerais também os contêm, mas suas fontes são diferentes (o fósforo e o potássio são extraídos de rochas). O nitrogênio sintético é produzido através de processos químicos, o que promove sua maior produção em quantidade, entretanto empobrece o solo, modificando a composição e dele extraindo nutrientes.

Um dos fatores que definem o contínuo trabalho dos agricultores orgânicos no município de Cunha é a utilização de espécies bem adaptadas ao ambiente de cultivo, sendo essa uma das condições que permite ao agricultor obter áreas de cultivos orgânicos com boas condições de vigor e sanidade (BioCunha, 2019).

A definição de agricultura orgânica e agricultura biológica está relacionada a sistemas sustentáveis de agricultura que não permitem o uso de produtos químicos sintéticos prejudiciais para a saúde humana e/ou para o meio ambiente, tais como alguns tipos variados de fertilizantes e agrotóxicos sintéticos, nem de organismos geneticamente modificados.

As informações disponíveis sobre agricultura e o uso da terra nesses municípios apresentam dados importantes para a análise do nexos AAE. Entre esses dados estão a produção orgânica praticada no município de Cunha. Para o município de Guaratinguetá está a análise do nexos AAE para a produção de arroz.

### 5.4.1 A prática agrícola e a produção orgânica no município de Cunha

A produção e consumo de alimentos e a rede de influência entre as cidades, a partir de informações disponíveis, podem ser observadas, principalmente, para o município de Cunha. A Figura 49 apresenta as localizações das áreas de cultivo de agricultura orgânica no município de Cunha e, também os traçados das estradas, os quais possibilitam a inter-relação entre as localidades.

Figura 49 - Localização das áreas de cultivo orgânicos no município de Cunha



Fonte: Autoria própria, a partir de dados das ONGs SerrAcima (2018) e BioCunha (2019) e mapa base do Google Earth

Nessa região encontram-se locadas as estradas SP-171 que liga o município de Cunha ao município de Guaratinguetá, SP-153 que faz interligações com as cidades de Lagoinha e São Luís do Paraitinga, seguindo pela SP-125 para Ubatuba, RJ-165, conhecida como a "Estrada Parque Paraty-Cunha", conectando Cunha a Paraty e a estrada federal BR 101 (SP-RJ). Todas essas rotas são utilizadas para as relações de comércio de alimentos entre os municípios e entre outras afinidades de locomoções, como por exemplo linhas de transportes

de ônibus. Nesse contexto, deve-se considerar estradas vicinais existentes, algumas de terra, que interligam todos os municípios da região.

Os alimentos produzidos nas áreas indicadas (Figura 49) são comercializados, através da feira local, no centro da cidade de Cunha e, distribuídos, através de cestas, para as cidades de Cunha, Guaratinguetá, Paraty, Ubatuba, São Paulo e Rio de Janeiro, além de consumidos pelas próprias famílias de agricultores.

Existem vantagens numa análise com abordagem do nexo AAE que revela o surgimento de relações transeitoriais, ou ainda a proposta de mudanças nessas vinculações. A consequência de intervenções nos setores individuais revela que, quando tratadas setorialmente, surge a capacidade de relações mais equilibradas e dinâmicas, em particular para a socioeconomia local e regional.

Para produção de olericultura<sup>38</sup>, por exemplo, quando estes alimentos “descem” do município de Cunha para o município Paraty e, para a produção e consumo de pescado, quando o pescado “sobe” de Paraty para Cunha, há nessa relação o dinamismo de uma abordagem do nexo AAE caracterizado na rede de influência entre as localidades. A Figura 50 apresenta a imagem de uma das localidades onde se produz a agricultura orgânica no município de Cunha. Na imagem é possível ver, na prática orgânica, a diversidade de alimentos cultivados numa mesma área, diferente da monocultura. Para o tratamento dos dados e correlações, quanto a produção de alimento nessas áreas, considerou-se o uso da terra, ou seja, a produção em hectare, uma vez que são verduras, legumes e grãos e, portanto, não é possível unificar numa mesma unidade de medida.

O consumo de água e de energia elétrica para a produção de alimento no município de Cunha apoiam-se nas informações do fabricante para o modelo de bomba utilizado na irrigação, equipamentos necessários para conduzir a água da captação até as áreas de cultivo. Para os cálculos foram considerados: a) o volume em (l/h) e b) o tempo de uso diário em (kW/h). A bomba é acionada, normalmente, duas horas por dia, sendo que para os meses com precipitação de chuva acumulada (setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro), são ligadas apenas em dias não chuvosos, para esse período, considerou-se uma média de 15 (dia/mês). A Figura 51 exhibe uma das bombas elétrica utilizada para irrigação e, a Tabela 23 apresenta os dados do fabricante, cujos valores subsidiarão as análises a seguir.

---

<sup>38</sup> A olericultura é a área da horticultura que abrange a exploração de hortaliças e que engloba culturas folhosas, raízes, bulbos, tubérculos, frutos diversos e partes comestíveis de plantas.

Figura 50 - Área de cultivo de agricultura orgânica (Cunha)



Fonte: Autoria própria

Figura 51 - Bomba d'água elétrica utilizada para irrigação da lavoura



Fonte: Autoria própria

Tabela 23 - Dados do fabricante para a bomba d'água utilizada na irrigação da produção agrícola

Bomba de água - marca Anauger submersa						
Elevação (m)	0	10	20	40	50	65
Vazão caudal (l/h)	2300	1800	1480	1200	1000	750
Saída $\varnothing$	3/4" polegada					
Potência elétrica	340 W - 127 V					
Frequência	60 Hz					

Fonte: Autoria própria, a partir de dados do fabricante

Vale ressaltar que com as fortes chuvas ocorridas na região no ano de 2010, nos meses de outubro, novembro, dezembro e janeiro, não houve a necessidade do uso das bombas nesse período. Entretanto, para os anos de 2014 e 2015, período da crise hídrica no estado de São Paulo, o acionamento das bombas foram contínuos, passando a três horas por dia. Para os seis meses (março, abril, maio, junho, julho e agosto), tempo de uso de 2 h/dia por 30 dias, calculou-se o total de 60 h/mês e, para os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, uso de 2 horas/dia por 15 dias, 30 h/mês. Assim, para as informações descritas, considerando a elevação média de 20 metros, conforme Tabela 23, são 1.480 (l/h). As informações expostas na tabela 23 são utilizadas para as correlações estatísticas na produção de alimento e uso de água e energia para esta produção.

Quanto ao consumo de água para a produção de alimento, para os cálculos do volume de água consumido no uso das bombas d'água utilizadas para a irrigação da lavoura foram considerados, o volume de água no período, ponderando o tempo que a bomba d'água fica em funcionamento. Esse tempo é definido em 2 h/dia para os meses março, abril, maio, junho, julho e agosto, esses classificados como meses seco, sem chuva. Assim, foram calculadas 360 h/mês, resultando em um volume de 932.400 l/mês de água, diferentemente para os anos de 2014 e 2015, que foram 3 h/dia de acionamento da bomba.

Para os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, meses em que as bombas são utilizadas 2 h/dia para quinze dias de cada mês, os quais estão classificados como meses com maior índice pluviométricos, ou seja, meses com chuva, foram calculados para esses seis meses o total de 180 h/mês, resultando em 266.400 l/mês de água utilizados. Desse modo, para os cálculos foram somados esses valores, resultando em um média do consumo total anual de 1.198.800 l/ano, ou 1.119,88 m<sup>3</sup>/ano no uso de água para a irrigação da lavoura, por cada bomba acionada.

Quanto ao consumo de energia elétrica utilizada para a produção de alimento, são considerados os mesmos tempos de uso das bombas, entretanto, calculados o consumo em kWh para esse período de acionamento das bombas e, empregada a equação (5).

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Potência do motor} \times \text{tempo de operação mensal}}{1000} \quad (5)$$

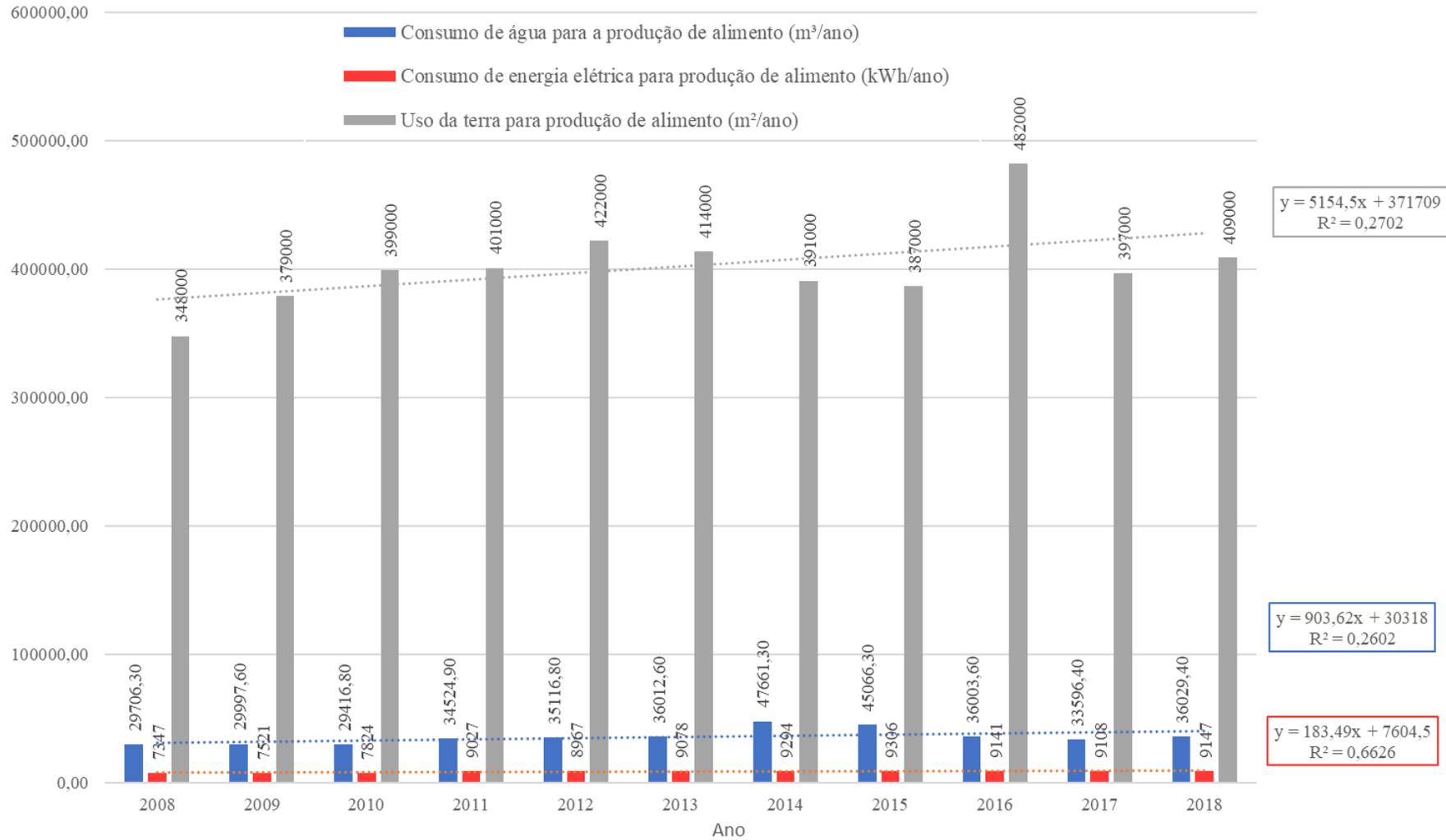
Para a potência do motor de 340 W (Tabela 23) e para os meses março, abril, maio, junho, julho e agosto em que a bomba é acionada por duas 2 h/dia durante 15 dias, foram calculados 10,2 kWh/mês e para os seis meses calculados 61,2 kWh/mês. Igualmente, para os meses de setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, quando correspondente a duas 2 h/dia, para os quinze dias de cada mês, ou seja, trinta horas de uso, os valores resultaram em 40,4 kWh/mês, sendo resultante o valor de 242,4 kWh/mês para os seis meses do período classificado como seco, sem chuva. Dessa forma, a somatória do consumo de energia elétrica para a irrigação do alimento, em kWh, consiste em uma média total anual de 303,6 kWh/ano por bomba utilizada.

Esses valores foram utilizados para identificar as correlações entre os índices de produção de alimento, consumo de água e de energia elétrica para a produção de alimento para o município de Cunha. Nesse sentido, foram utilizadas as seguintes variáveis: a) Uso da terra para a produção de alimento (m<sup>2</sup>/ano), b) Consumo de água para a produção de alimento (m<sup>3</sup>/ano) e, c) Consumo de energia elétrica para a produção de alimento (kWh/ano), cujos dados estão classificados na Figura 52. É importante ressaltar que o presente estudo serviu como incentivo aos atores sociais na compreensão do uso dos recursos água-alimento-energia na produção e consumo dos alimentos, por exemplo, ao serem questionados sobre o consumo de energia elétrica para o bombeamento da água na irrigação, posto que se prontificaram a desenvolver os cálculos dos custos financeiros e, então a compreender a inter-relação dos recursos.

A utilização de água para a produção de alimento, na média apresentou o índice de significância fraco, com 0,2602, ainda que o uso do recurso hídrico tenha sido superior nos anos de 2014 (47.661,30 m<sup>3</sup>) e 2015 (45.066,30 m<sup>3</sup>), quando comparado aos outros anos, como esperado, uma vez que a crise hídrica na região se deu neste período e o solo necessitou de mais água.

O consumo de energia elétrica, no período, manteve a média próxima a 900 kWh/ano, com significância moderada para forte, de 0,6626. Dessa forma, a correlação entre os usos dos recursos naturais na produção de alimento orgânico no município de Cunha evidencia o nexos AAE.

Figura 52 - Correlação da utilização da água, da energia elétrica e uso do solo para a produção de alimento em Cunha

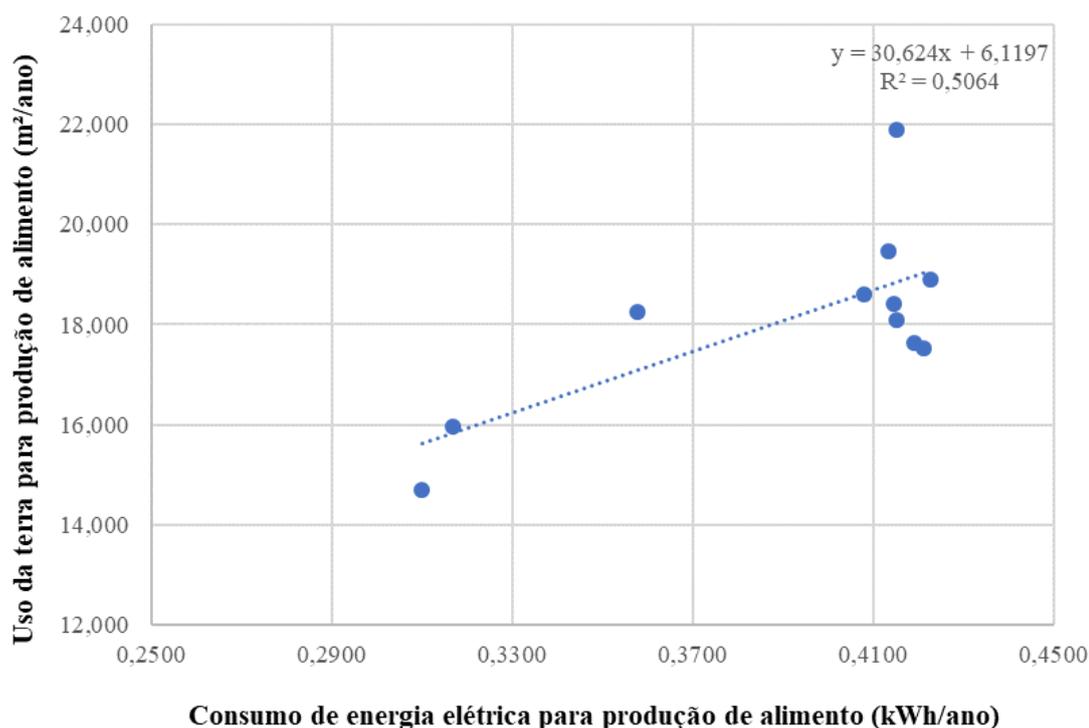


Fonte: Autoria própria

Para a correlação entre o uso da terra e o consumo de água, observa-se maior área utilizada para a produção de alimento no ano de 2016, o que, segundo informações dos produtores, se deu pelo fato de que, após a crise hídrica de 2014 e 2015, foi necessária a recuperação de novas áreas para os diferentes cultivos de alimento.

Deve-se ressaltar que essa área corresponde às atividades relacionadas ao trabalho dos agricultores vinculados às duas ONGs, que disponibilizaram tais informações, SerrAcima e BioCunha. Portanto, esta proporção para o município de Cunha pode variar “*para cima*” quando e, se for possível, aferir dados de áreas que não estão alistadas, mas usam a prática da agricultura produtiva e sustentável. A correlação entre o uso da terra e o consumo de energia elétrica para a produção de alimento orgânico no município de Cunha é apresentada na Figura 53.

Figura 53 - Correlação entre o uso da terra e o consumo de energia elétrica para produção de alimento orgânico no município de Cunha

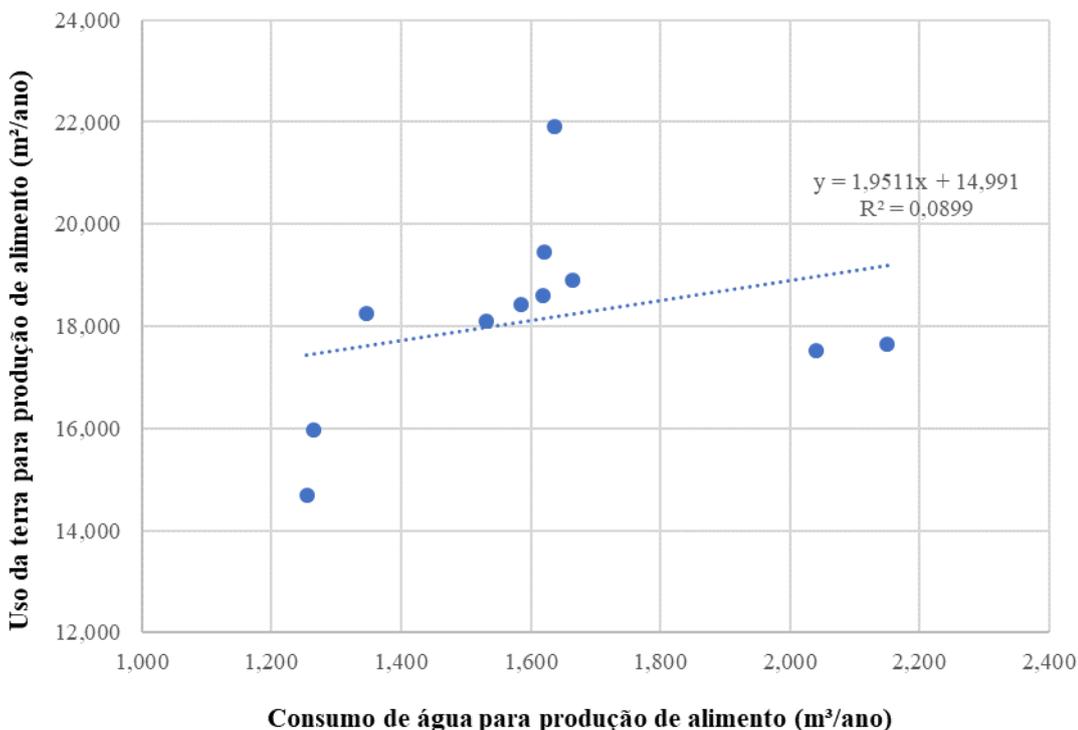


Fonte: Autoria própria

No diagrama de dispersão, os valores das duas variáveis quantitativas, apontados nos eixos vertical e horizontal (X, Y), exibem quanto uma variável é afetada por outra, ou seja, quanto são dependentes. A correlação entre o uso da terra e o consumo de energia elétrica para produção de alimento, no município de Cunha, mostrou-se com índice de moderada significância (0,5064).

Para a correlação entre o consumo de energia elétrica e o consumo de água para produção de alimento no município de Cunha, o gráfico de dispersão está disposto na Figura 56.

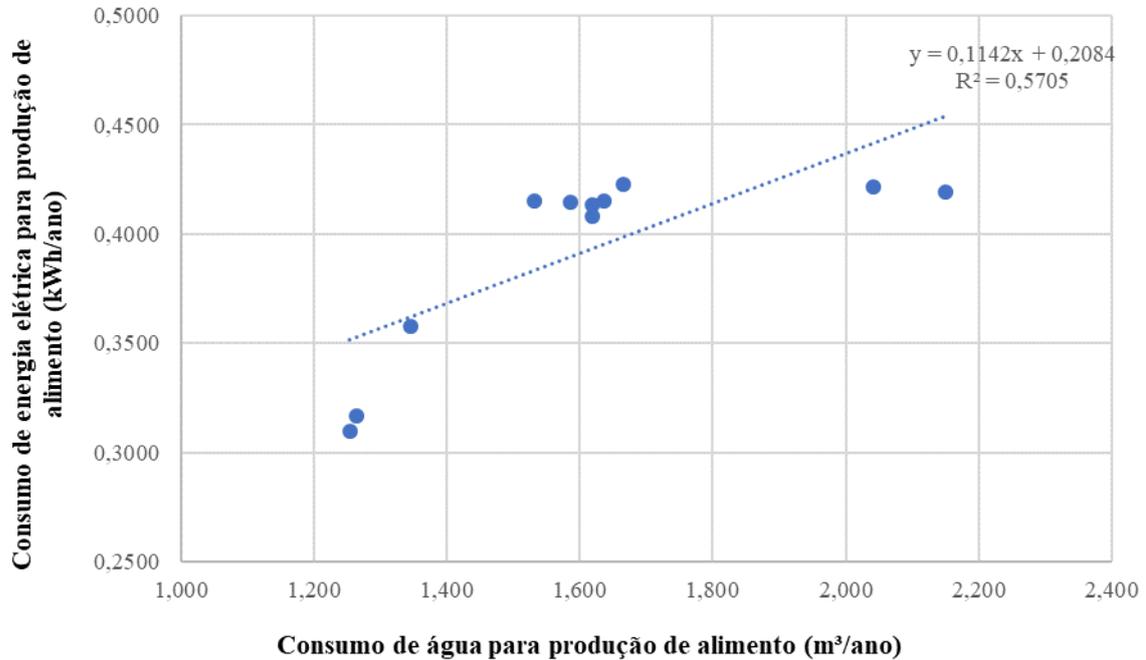
Figura 54 - Correlação entre o uso da terra e o consumo de água para produção de alimento orgânico no município de Cunha



Fonte: Autoria própria

A correlação entre o uso da terra e o consumo de água para produção de alimento no município de Cunha é apresentada na Figura 55, revelando-se com um índice de fraca significância (0,0899). A média da utilização de água para a produção de alimento, sem correlacionar com o uso da terra, apresentada na Figura 52, também apresentou o índice de fraca significância, de 0,2602. Dessa forma, apresentando o uso moderado no volume de água utilizado para modelo da produção desses itens alimentares, ou seja, a produção orgânica.

Figura 55 - Correlação entre o consumo de energia elétrica e o consumo de água para produção de alimento orgânico no município de Cunha



Fone: Autoria própria

Conforme apresentado no diagrama de dispersão, para a correlação entre o consumo de energia elétrica e o consumo de água para produção de alimento, com inclinação positiva, o índice é de moderada significância (0,5705). De um modo geral, as correlações entre os recursos água-alimento-energia para a produção da agricultura orgânica no município de Cunha demonstraram a inter-relação existente entre esses recursos, ainda que entre o uso da terra e o consumo de água para produção de alimento tenha se apresentado de fraca significância, a água é imprescindível nesse processo.

Conforme o censo agropecuário do IBGE (BRASIL, 2017a), a utilização das terras para o município de Cunha é calculada em 379 ha para Lavouras Temporárias e 3.105 ha para Lavouras Permanentes, somando um total de 3.484 ha. As informações referentes ao uso da terra para o plantio da agricultura orgânica (Figura 49), desenvolvida por agricultores rurais no município, revelam que são utilizados 40,9 ha para esse fim. Nesse contexto, quando observado os ODS, para o indicador 2.4.1, “proporção da área agrícola em que a agricultura produtiva e sustentável é praticada”, se considerada a utilização das terras no município de Cunha e a proporção dessa área em que a agricultura orgânica é empregada, ou seja, a agricultura sustentável, pode-se afirmar que somente 1,17% do total da área cultivada é utilizada para pratica da agricultura sustentável. Dessa forma, o índice para este indicador deve ser melhorado

positivamente para que as metas dos ODS e as políticas de agricultura sustentável possam ser alcançadas.

#### **5.4.2 A produção de arroz no município de Guaratinguetá**

Está no Vale do Paraíba a maior produção de arroz do Estado de São Paulo e, também tem se destacado como a maior região do Brasil, a partir de pesquisas realizadas pelo Instituto Agrônômico (IAC-APTA), no melhoramento genético e na produção de arrozes especiais. Foram desenvolvidos tipos especiais de arroz para nichos de mercado para cinco tipos de cultivares (IAC 300, IAC 400, IAC 500, IAC 600 e IAC 301) e, entre eles estão o arroz preto, arroz para a culinária japonesa, aromático e arbóreo. A região possui condições climáticas adequadas para essa produção, o que segundo as informações do IAC-APTA, essas espécies possuem qualidade de grãos equivalente aos produzidos nas principais regiões da Itália (SÃO PAULO, 2019c).

Conforme dados do Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo, a região do Vale do Paraíba possui 45.000 ha de várzeas com terras planas utilizadas para o cultivo de arroz. Os dados apontam que, entre os municípios estudados nesta tese, Guaratinguetá é o maior produtor de arroz. No ano de 2016, a produção registrada (na unidade de medida de sacos de 60 kg) foi de 480.500 em 2017 (501.500) e em 2018 o total produzido foi 480.500 sacos de 60 kg, numa área total anual de 4.440 ha. A grande porcentagem dessa produção é exportada, especialmente, para os mercados dos grandes centros das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro (SÃO PAULO, 2019c).

A irrigação desempenha um papel vital no aumento da produção agrícola e na estabilização da produção (LEE e JUNG, 2018). Os autores destacaram a importância de melhorar a eficiência do uso de recursos hídricos compartilhados para superar suas dificuldades ambientais e econômicas quando se trata da produção de arroz.

Dados da ANA (BRASIL, 2016b) enfatizaram que na relação entre a disponibilidade de água e as demandas de uso dos diferentes setores usuários, em termos globais, a irrigação é o principal e mais dinâmico setor usuário de recursos hídricos. Entretanto, ao mesmo tempo, há importantes lacunas de conhecimento acerca das áreas efetivamente irrigadas e das diferentes formas de manejo do uso da água.

A água é depositada nos campos de arroz para garantir que a colheita seja suficiente. Haefele et al. (2008) descreveram que, em média, são necessários 1.432 litros de água para produzir 1 kg de arroz em um sistema de produção de planície irrigado. A entrada total de água sazonal nos campos de arroz varia de 400 mm em solos argilosos com lençóis freáticos rasos e

mais de 2000 mm em solos de textura grossa (arenosa ou argilosa) com lençóis freáticos profundos. Os mesmos autores esclareceram que para usar a água de maneira eficaz e eficiente e maximizar a produção de arroz, o gerenciamento de água como inundação contínua e, após o transplante da muda, os níveis de água devem ficar em torno de 3 cm inicialmente e aumentar gradualmente para 5 a 10 cm (com o aumento da altura da planta), permanecer na cava até o campo ser drenado de 7 a 10 dias antes da colheita; para o arroz semeado direto, o campo deve ser inundado apenas quando as plantas forem grandes o suficiente para suportar inundações pouco profundas (estágio de 3 a 4 folhas) - estas são consideradas boas práticas de produção de arroz.

No cultivo de arroz, a água é utilizada através do processo de transpiração, que esfria a planta e direciona o fluxo de seiva ascendente das raízes para as folhas que transportam os nutrientes essenciais. Esse é um uso de água “real”, pois, uma vez que a planta retira a água e a libera para a atmosfera por transpiração, essa quantidade de água não fica mais disponível para reutilização pela mesma planta no mesmo ciclo de crescimento. A água transpirada entra no ciclo global da água e eventualmente cairá na terra como precipitação em algum lugar, em algum momento (MOM, 2007). O mesmo autor elucidou que a água deixa a colheita do solo por evaporação e, da mesma forma que a transpiração, a água evaporada é “perdida” e não pode ser usada novamente pela mesma safra no mesmo ciclo de crescimento. Esse uso combinado de água por uma cultura de arroz é chamado de “evapotranspiração”. Além da evapotranspiração, as saídas de água de um campo ocorrem por infiltração e percolação, nesse processo, a água flui para baixo e para os lados através do solo, podendo sair do campo. Segundo Zwart e Bastiaansen (2004), para o agricultor de arroz essas são também perdas reais e deve-se considerar todas as saídas combinadas por evapotranspiração, infiltração e percolação como uso da água o campo de arroz, sendo necessário garantir que a irrigação seja suficiente no caso de se ter de complementar as águas das chuvas.

Nesse sentido, se observado o nexos AAE e, em uma escala espacial maior, a água em seus fluxos de infiltração e percolação de uma área de plantio alcançam os riachos, drenos e as águas subterrâneas, de onde outros agricultores podem reutilizar esses fluxos de água para irrigar outros cultivos, o que contrasta com as consideradas “perdas” de água por evapotranspiração.

Para Haefele et al. (2008), a produção de arroz deve ser vista à luz da crise hídrica emergente, à medida que as mudanças induzidas pelas mudanças climáticas nos padrões das chuvas se combinam com o desvio da água de irrigação para usos urbanos e industriais.

Contudo, as mudanças climáticas desafiam a produção futura e a utilização de recursos hídricos, tão importantes para o cultivo do arroz (IPCC, 2007; PIAO et al., 2010; WANG et al., 2017).

O manejo de arroz em Guaratinguetá é realizado por semeadura direta, que é o sistema mais adequado de plantio de arroz irrigado em áreas de várzea. Constata-se a intensa utilização de água para a produção de arroz, o que segundo FAO (2018), para a produção de um quilo de arroz irrigado, são necessários de 1900 a 2.500 litros de água. Entretanto, os dados coletados em campo, as informações dos agricultores e as correlações entre as informações de entrada e saída de volume de água para a produção de arroz, esse valor em litros de água para a produção de um quilo de arroz apresentou valores de 117,02 litros de água para um quilo de arroz.

É importante ressaltar que do ponto de vista nutritivo, a máxima qualidade do grão se dá no momento da maturação no campo antes da colheita. Ao longo do armazenamento, o que se busca é a manutenção dessa qualidade e é nessa fase do processo que se pode agregar mais valor ao arroz (ELIAS et al, 2012; SILVA, 2008). A água para a irrigação do plantio chega até os canais (*polders*) e, posteriormente, até a área de plantio por gravidade, não sendo necessária a utilização de bombas elétricas para essa atividade (Figura 56).

Figura 56 - Canal de irrigação que conduz a água para o cultivo do arroz



Fonte: Autoria própria

A imagem ilustra, em primeiro plano o canal que conduz a água pelas áreas de cultivo de arroz e, ao fundo, em último plano, a Serra da Mantiqueira. Entretanto, o consumo de energia elétrica se dá, após a colheita, quando são acionados os motores no momento em que é feita a secagem dos grãos em silos com misturadores (Figura 57); este processo conta com dispositivos que misturam os grãos no interior do silo à medida que ele é ventilado com ar aquecido.

O armazenamento de grãos é a etapa imprescindível, assumindo um papel decisivo para o controle e a manutenção da qualidade na cadeia de abastecimento nutricional. Deficiências nesta etapa se traduzem em pontos de graves problemas na qualidade, comercialização e na distribuição do produto (SILVA, 2008). O processo da armazenagem é composto por etapas de pré-limpeza, secagem, limpeza e guarda do produto, a granel ou convencional (sacas), além de outros procedimentos, como expurgo, aeração e termometria, cuja finalidade é o controle e a manutenção da qualidade do produto (ELIAS et al, 2012; SILVA, 2008).

Figura 57 - Silo secador de arroz no município de Guaratinguetá



Fonte: Autoria própria

A Figura 58 ilustra um silo secador em uma das propriedades produtoras de arroz de Guaratinguetá: em primeiro plano o cultivo de arroz, ao centro há um canal por onde passa a água para irrigação e ao fundo a imagem do silo secador de arroz.

Figura 58 - Área de produção de arroz e silo secador - município de Guaratinguetá

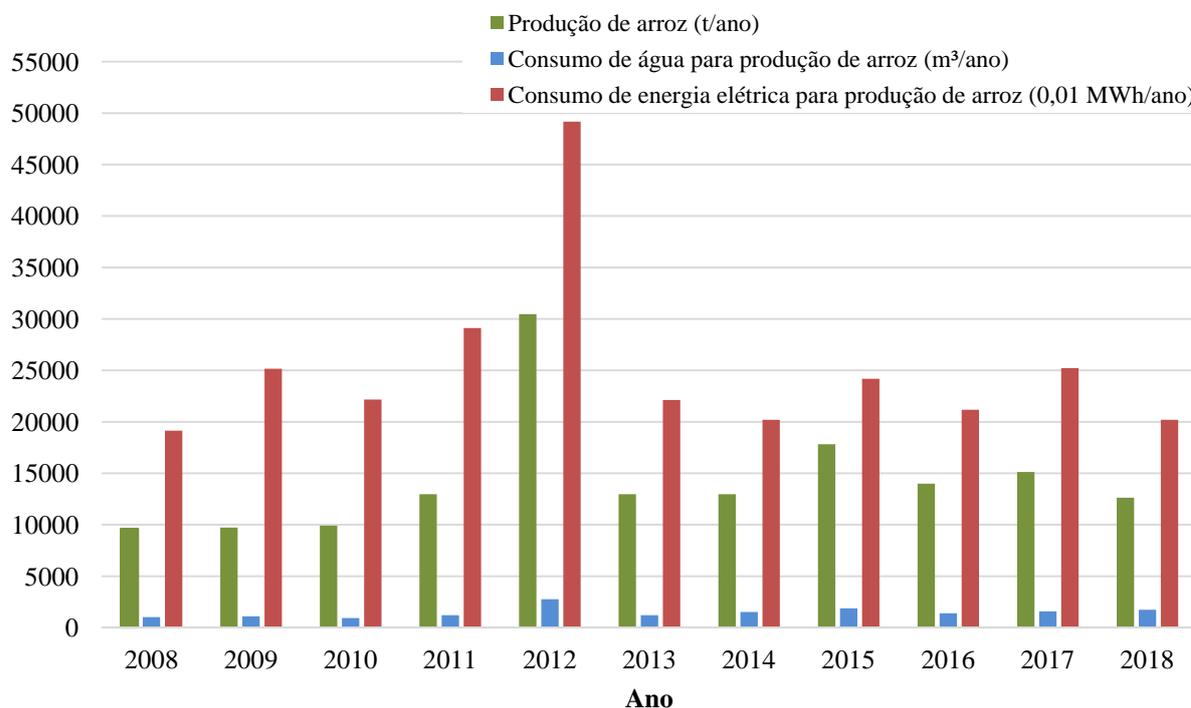


Fonte: Autoria própria

De uma forma geral, o ar é utilizado como meio secante, que entrega calor aos grãos ao mesmo tempo em que extrai a umidade. Durante a secagem deve-se tomar alguns cuidados para não comprometer a qualidade do grão, para a qual o arroz não deve ultrapassar 39°C. A taxa de remoção de umidade também não pode ser muito elevada, pois pode resultar em elevado estresse do grão, gerando quebras e trincas (ELIAS et al., 2012).

As informações relacionadas aonexo AAE e a produção de arroz, conforme as correlações estatísticas considerou a produção de arroz (t/ano), o volume de água para a produção de arroz (m<sup>3</sup>/ano) e o consumo de energia elétrica para a produção do arroz (kWh/ano, transformado em MWh/ano para possibilitar a visualização no gráfico). A Figura 59 apresenta o gráfico com as informações sobre a produção de arroz, o volume de água e o consumo de energia elétrica utilizados para esta produção.

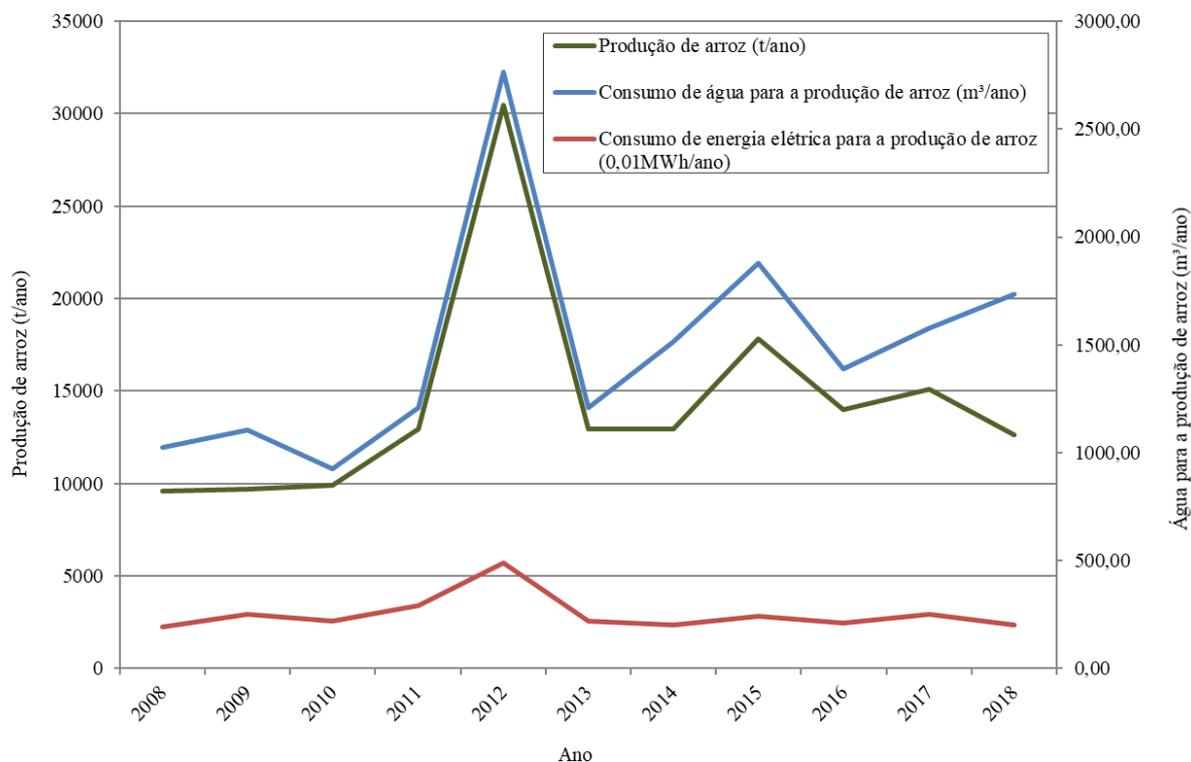
Figura 59 - Produção de arroz e consumo de água e de energia elétrica para esta produção no município de Guaratinguetá



Fonte: Autoria própria

Verifica-se a inter-relação entre os recursos água, alimento e energia, com destaques nos valores para o ano de 2012, ano em que para a quantidade de 30.456 toneladas de arroz produzida, o consumo foi de 2.765,25 m<sup>3</sup> de água e 491,69 (10<sup>-2</sup> MWh/ano) de energia elétrica. Os índices de correlações entre os valores são de forte significância, os quais são apresentados nos diagramas de dispersão a seguir. Essas mesmas informações também são apresentadas na Figura 60, apresentando outra visualização.

Figura 60 - A inter-relação entre os recursos água, alimento e energia para a produção de arroz

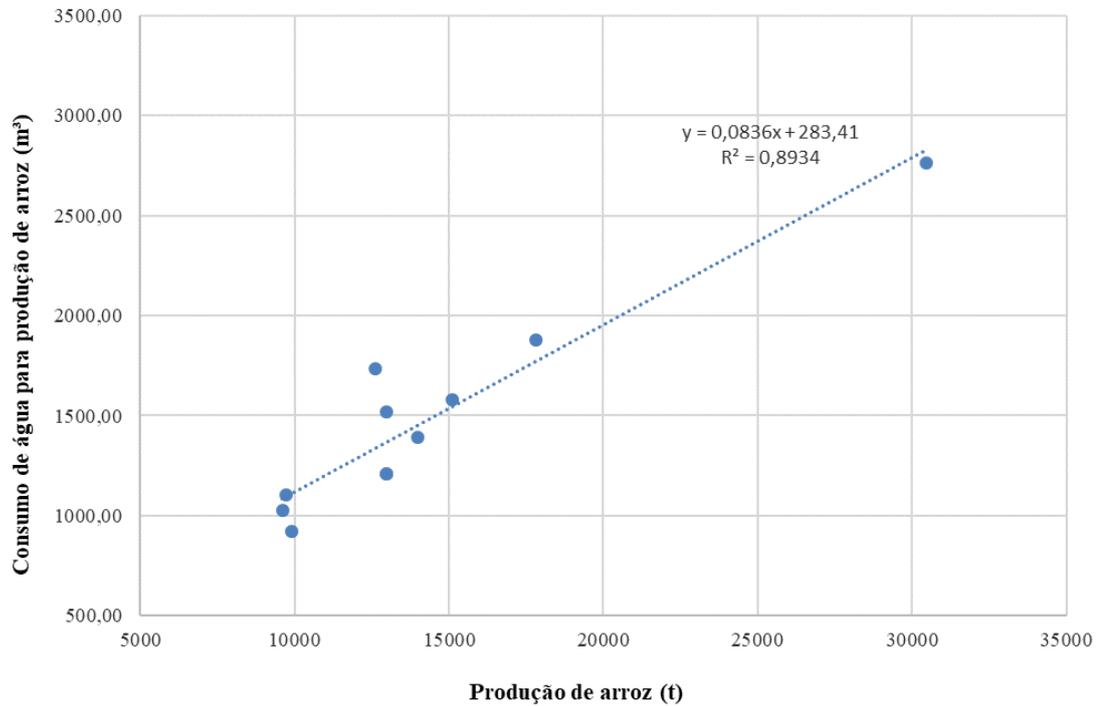


Fonte: Autoria própria

No ano de 2009, para a produção 9.716 toneladas foram utilizados 251.633,5 kWh/ano enquanto que em 2010, para uma produção pouco superior em 2009 (9.910 t) foram consumidos menor quantidade (221.622,2 kWh/ano); esses dados apontam para a necessidade de controle na gestão de consumo e custos. Na Figura 61, o diagrama de dispersão esclarece a relação linear entre a produção de arroz e o volume de água utilizado no período. É importante destacar que os valores em kWh/ano foram convertidos em  $10^{-2}$  MWh/ano (0,01 MWh/ano) para possibilitar a visualização nos diversos gráficos.

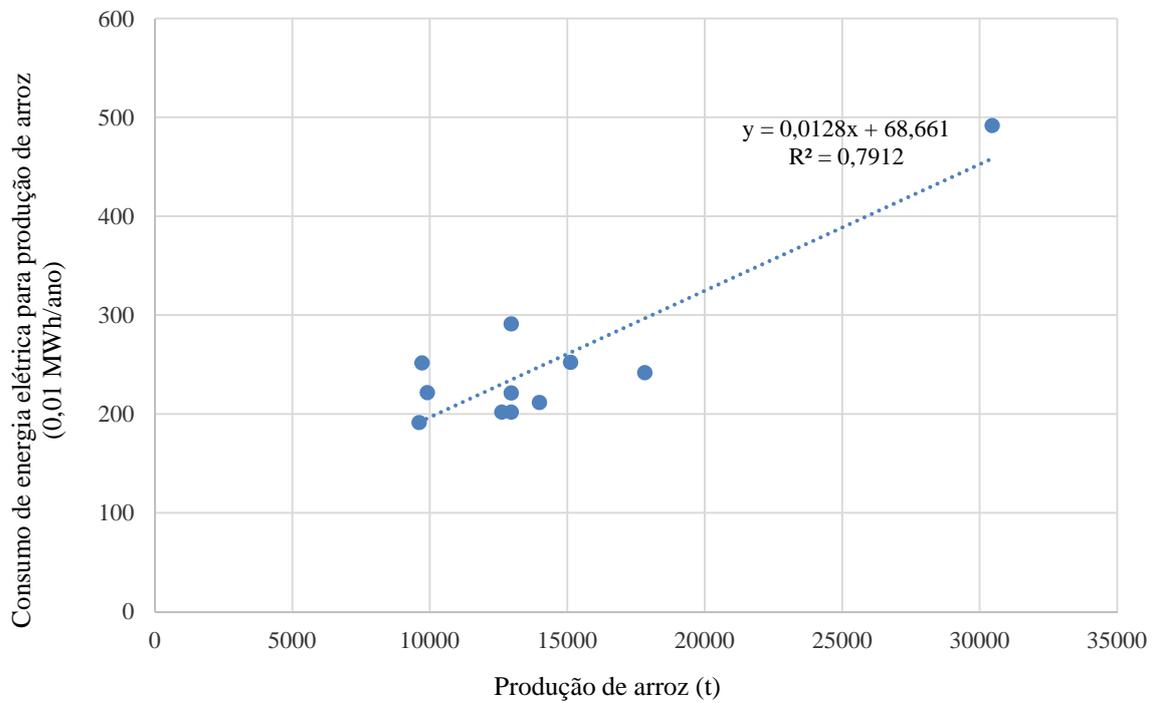
Relembrando que no diagrama de dispersão, os valores das duas variáveis exibem quanto uma variável é afetada por outra, ou seja, são dependentes, a correlação entre a produção de arroz e o volume de água utilizado para esta produção revelou-se com índice de forte significância (0,8934). Da mesma forma, o consumo de energia elétrica para a produção de arroz pode ser observado no diagrama de dispersão da Figura 62. Pode-se notar, no gráfico de dispersão, a correlação linear com inclinação positiva entre as variáveis, produção de arroz e consumo de energia elétrica, no qual está ilustrado também que a maior produção de arroz (30.456 toneladas) ocorreu no ano de 2012.

Figura 61- Correlação entre o consumo de água e a produção de arroz



Fonte: Autoria própria

Figura 62 - Correlação entre consumo de energia elétrica e a produção de arroz



Fonte: Autoria própria

Para anos de 2011, 2012, 2013 e 2018, período com variação entre 12.619 a 12.960 toneladas de produção total, os pontos se concentram próximo da linha de tendência, no terceiro quadrante inferior. Desta forma, os resultados apontam para uma correlação significativa ( $R^2 = 0,7912$ ), ou seja, quando a variável da produção de arroz (eixo X) aumenta, a variável do uso de energia elétrica para a produção de arroz (eixo Y) também aumenta. Esse é um resultado esperado; entretanto, indica também que não há um controle no processo de produção para o consumo de energia elétrica quando observada a relação de produção e consumo de energia elétrica - por exemplo, para o ano de 2009, em que a produção chegou a 9.716 toneladas, para a qual foram utilizados 251.633,5 kWh/ano de energia elétrica, quando comparado ao ano de 2010, em que a produção foi um pouco superior (9.910 t), houve menor consumo de energia elétrica (221.622,2 kWh/ano).

### 5.5 O NEXO ÁGUA-ALIMENTO-ENERGIA NO CONTEXTO DA PESCA

Entre os municípios estudados, a produção do alimento “pescado” se dá em dois desses municípios, Paraty e Ubatuba, os quais estão localizados na região costeira brasileira. Dados como da produção pesqueira e informações relacionadas estão apresentados a seguir na forma de Tabelas e Gráficos. Entretanto, é importante relatar que o volume da produção pesqueira nessas localidades não significa que a população local consome esse alimento em quantidade e qualidade esperada, pois quase a totalidade dessa produção é exportada para os grandes mercados localizados nos centros das cidades de São Paulo e Rio de Janeiro.

Para os dados de produção e exportação de pescado no município de Ubatuba é utilizada a fonte da Fundação Instituto de Pesca do Estado de São Paulo e Secretaria de Abastecimento e Pesca municipal (SÃO PAULO, 2019); esses dados também se encontram disponibilizados através do órgão federal (MAPA). Para o município de Paraty, os mesmos dados tiveram como fonte a Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ), (RIO DE JANEIRO, 2019).

Segundo São Paulo (2019), as informações de produção extrativa marinha descarregada no Estado são registradas pelo Programa de Monitoramento da Atividade Pesqueira Marinha e Estuarina do Instituto de Pesca, da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (IP-APTA). Diariamente são realizadas entrevistas com mestres e pescadores em cerca de 200 pontos de descarga de pescado. Os dados são registrados no sistema de gerenciamento de banco de dados ProPesqWEB para posterior análise e divulgação.

Para a produção de pescado, segundo São Paulo (2019) e Rio de Janeiro (2018), o emprego do gelo é exigido para a conserva do mesmo: i) durante a pesca, geralmente o gelo

fica localizado nos porões dos barcos, ii) nas caixas utilizadas para o transporte do pescado dos barcos até os locais de comercialização, iii) na permanência do pescado nas peixarias para a venda direta ao consumidor e, iv) para o transporte até os pontos de venda, sendo os principais destinos São Paulo e Rio de Janeiro.

Para o armazenamento do pescado capturado, a utilização do gelo em barra não é a forma adequada, segundo Vieira (2004), devido ao tamanho e peso da barra, pode causar danos aos tecidos do animal, dilacerando-os, o que pode acarretar uma proliferação microbiana. As Figuras 63 e 64 ilustram uma embarcação durante o trabalho de retirada de gelo e o gelo triturado para a conservação do pescado, o que consiste no melhor manejo para manter os pescados conservados, uma vez que irá manter um estreito contato com os tecidos do pescado. Dessa forma, o gelo triturado é utilizado tanto nos porões dos barcos, para a conservação do pescado em alto mar, como no armazenamento para o comércio e transporte.

Quanto ao consumo de energia elétrica, para produção do gelo, assim como para a iluminação das fabricas, há variações de valores em (kWh/ano) durante os diferentes meses do ano. Nos meses de alta temporada (de outubro até início de março) ocorre o maior consumo, pois a procura pelo pescado comercializado no local, assim como pelo gelo para outros usos, por turistas, é maior. Neste contexto, os dados relacionados à produção pesqueira e ao consumo de água e energia elétrica para a produção do alimento pescado, nos municípios de Paraty e Ubatuba, estão detalhados nos próximos itens.

Figura 63 - Embarcação durante trabalho de retirada de gelo para a conservação do pescado - Ubatuba



Fonte: Autoria própria

Figura 64 - Caixas de gelo triturado utilizado na conservação do pescado



Fonte: Autoria própria

Depois de produzida a pedra de gelo, é utilizada uma máquina a motor para a trituração do gelo. O sistema de entrega de gelo para as embarcações se dá através de uma mangueira (na imagem na cor azul) que injeta o gelo diretamente nos porões dos barcos ou em caixas que são transportadas pelos próprios pescadores. As Figuras 65 e 66 apresentam, uma vista de uma

embarcação no cais onde está instalada uma das fábricas de gelo no município de Ubatuba e uma das máquinas que trituram o gelo, respectivamente.

Figura 65 - Retirada do gelo triturado para conservação do pescado - Ubatuba



Fonte: Autoria própria

Figura 66 - Máquina trituradora de gelo - Ubatuba



Fonte: Autoria própria

### 5.5.1 A produção pesqueira no município de Paraty (RJ)

A característica incomum da área de estudo é destacada por uma economia de redes de intercâmbio, especialmente na produção de pescado, bem como na diversidade de atividades de subsistência, mesmo estando relativamente próxima dos dois maiores centros urbanos do Brasil (as cidades de São Paulo e Rio de Janeiro).

Ainda que a produção pesqueira, nessas áreas, apresente quantidades significativas em todo período, quando se trata de segurança alimentar e vulnerabilidade infantil, chama atenção a porcentagem de crianças extremamente pobres em Paraty (6,16 %), comparado com Ubatuba (3,71%), dois municípios com vocação para a pesca. A refeição das famílias caiçaras conta com itens produzidos localmente, como peixe e farinha de mandioca, além de algumas culturas da prática de subsistência, como batata doce e feijão. Segundo Hanazaki et al (2013), o arroz não fazia parte de sua alimentação tradicional até as últimas décadas do século XX. Assim, a segurança alimentar local também depende muito de fontes externas e dos meios para comprá-las. No entanto, as práticas de subsistência permaneceram fortes em comunidades de pescadores tradicionais existentes no município de Paraty. Tais produções de alimentos servem ao consumo direto das próprias famílias produtoras ou através de suas redes de troca. Os dados da produção pesqueira e valor estimado para o município de Paraty, no período de 2008 a 2018, são apresentados na Tabela 24.

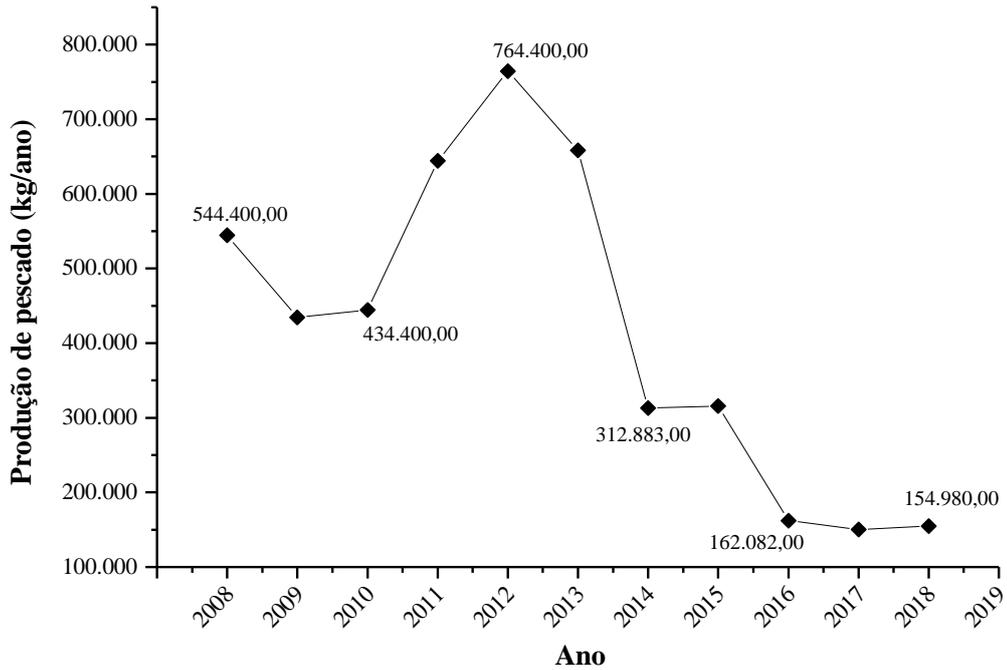
Tabela 24 - Produção pesqueira no município de Paraty - referência anual

<b>Município</b>	<b>Ano</b>	<b>Produção de pescado no período (kg)</b>	<b>Valor estimado no período (R\$)</b>
<b>Paraty</b>	2008	544.400,00	1448106,66
	2009	434.400,00	1390083,20
	2010	444.400,00	1750939,94
	2011	644.400,00	2603380,04
	2012	764.400,00	3386296,43
	2013	658.527,00	2517383,82
	2014	312.883,00	926133,68
	2015	315.906,00	1250987,76
	2016	162.082,00	1058395,46
	2017	150.090,00	1500218,70
	2018	154.980,00	1315780,20

Fonte: Autoria própria, a partir de (RIO DE JANEIRO, 2018).

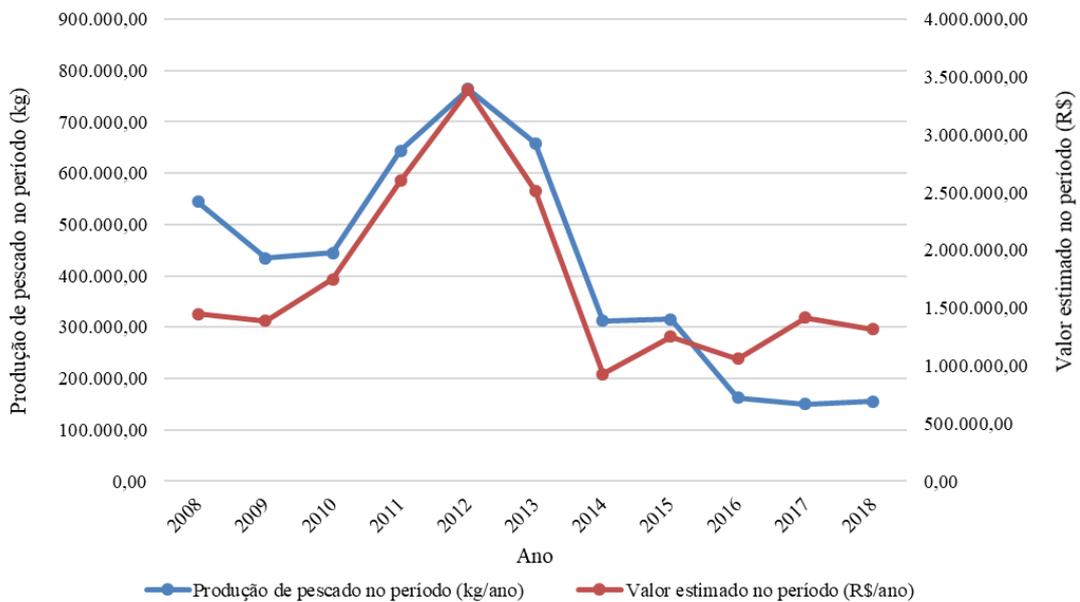
O gráfico da Figura 67 auxilia na visualização da produção de pescado no município de Paraty, no período de 2008 a 2018, referente aos dados apresentados na Tabela 24, para se avaliar a tendência. Observa-se a queda de produção para o ano de 2018; entretanto, nota-se também que o respectivo valor no período (2008-2018), para o município de Paraty, foram mantidos e estão apresentados em forma de gráfico na Figura 68.

Figura 67 - A produção de pescado no município de Paraty (2008 a 2018) (kg/ano)



Fonte: Autoria própria

Figura 68 - Produção de pescado e o respectivo valor no período (2008-2018) em Paraty



Fonte: Autoria própria

No município de Paraty existem alguns pontos onde o pescado é descarregado das embarcações que chegam do mar e; a imagem capturada a partir de um dos principais pontos, onde está instalado o escritório regional da FIPERJ, é exibida pela Figura 69. Em primeiro plano, um pescador cuidando da sua rede, em segundo plano a cidade histórica de Paraty e, ao fundo a divisa da Serra do Mar com a Serra da Bocaina.

Figura 69 - Imagem de um dos locais onde o pescado é descarregado em Paraty



Fonte: Autoria própria

### 5.5.2 A produção pesqueira no município de Ubatuba (SP)

Assim, como já descrito para o município de Paraty, para o município de Ubatuba, este localizado na região da costa Norte do estado de São Paulo, a pesca é a atividade econômica com maior destaque, sendo o pescado o produto de maior produção. Na Tabela 25 pode-se observar a produção pesqueira marinha e estuarina e valor estimado para Ubatuba entre os anos de 2008 e 2018.

Tabela 25 - Produção pesqueira no município de Ubatuba - referência anual

<b>Município</b>	<b>Ano</b>	<b>Produção de pescado no período (kg/ano)</b>	<b>Valor estimado no período (R\$/ano)</b>
<b>Ubatuba</b>	2008	228.221,41	607.068,95
	2009	172.020,77	603.792,90
	2010	185.320,25	730.161,79
	2011	172.196,57	695.674,14
	2012	204.982,40	908.072,03
	2013	195.180,33	745.588,86
	2014	310.159,50	918.072,12
	2015	268.477,94	1.063.172,64
	2016	153.795,74	1.004.286,18
	2017	103.770,88	978.559,40
2018	133.055,40	1.129.640,35	

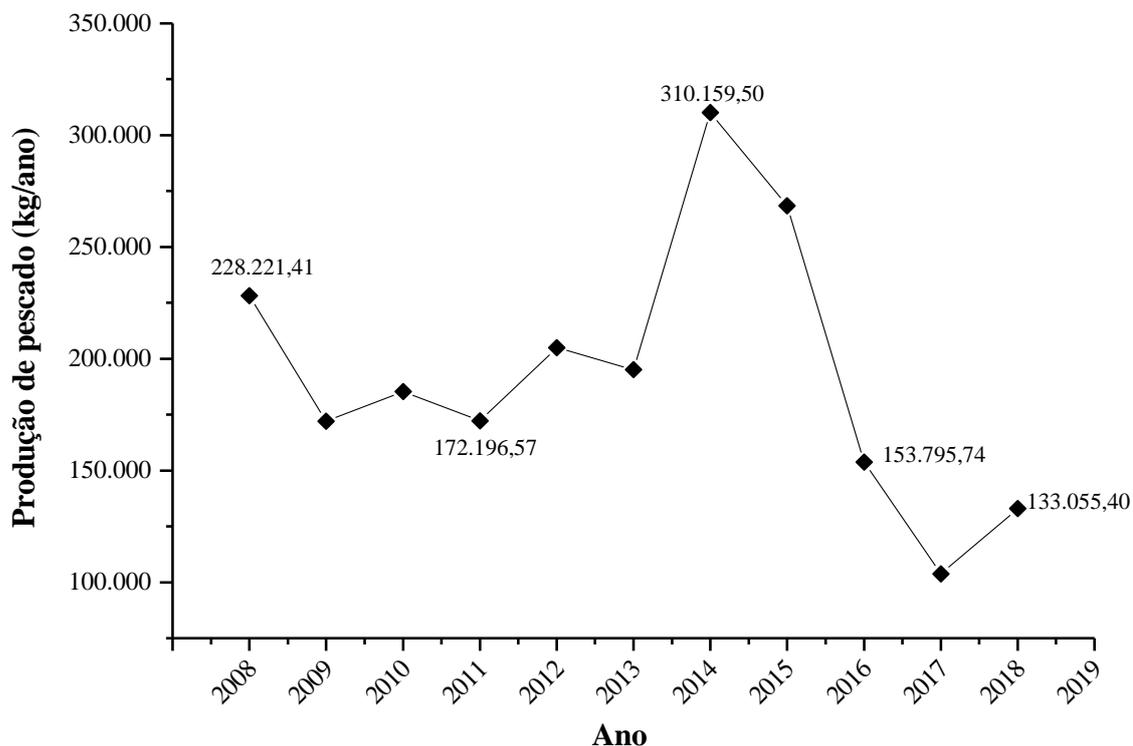
Fonte: Autoria própria, a partir de Sistema *ProPesq* (SÃO PAULO, 2019).

A produção total de pescado no município de Ubatuba, assim como para Paraty, entre os anos de 2008 e 2018, refere-se à somatória de todos os meses no ano. A Figura 70 exibe a produção pesqueira no município de Ubatuba referente aos dados apresentados na Tabela 26, também para evidenciar tendências.

A partir do gráfico apresentado pode-se observar que a maior produção de pescado em Ubatuba ocorreu no ano de 2014. A Figura 71 apresenta o gráfico da produção de pescado e o respectivo valor no período (2008-2018) para o município de Ubatuba.

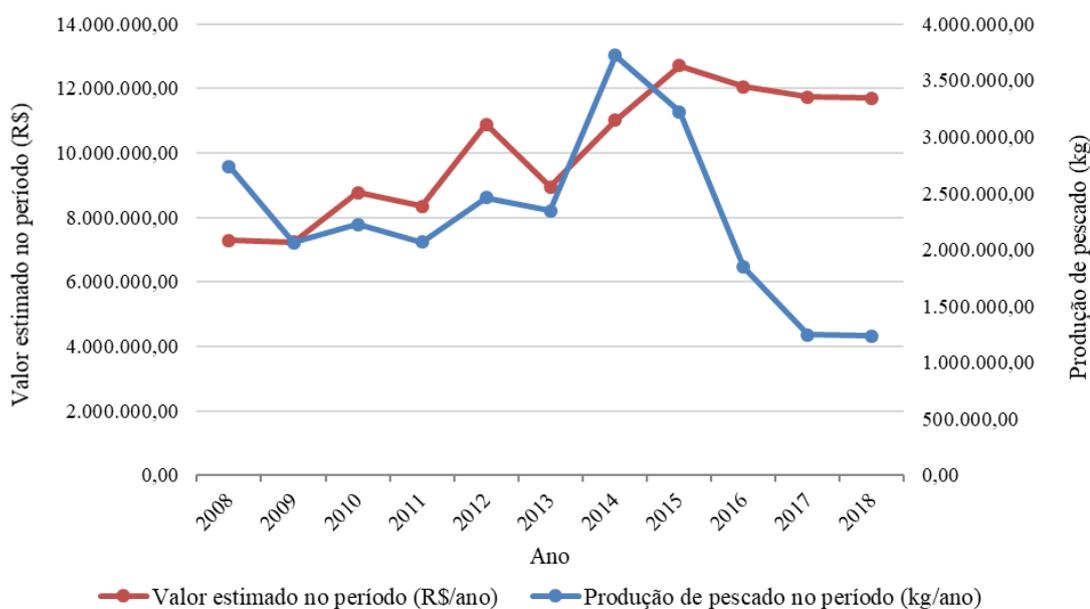
Observa-se a redução da produção de pescado a partir do ano 2014, entretanto os valores estimados no período foram mantidos. Pode-se notar que embora os municípios de Ubatuba e Paraty estejam localizados nos mesmos limites do Oceano Atlântico e sejam municípios vizinhos, o volume de pescado capturado durante os anos analisados possuem diferenças no total, sendo que para o ano de 2014 o município de Ubatuba apresenta a maior produção de pescado (310.159,50 kg) em relação aos outros anos, enquanto Paraty o ano de maior produção de pescado foi 2012 (764.400,00 kg).

Figura 70 - Produção de pescado no município de Ubatuba (2008 a 2018) (kg/ano)



Fonte: Autoria própria

Figura 71 - Produção de pescado e o respectivo valor no período (2008-2018) para o município de Ubatuba.



Fonte: Autoria própria

Observa-se que no ano de 2014, a produção de pescado foi acima do padrão registrado nos anos anteriores e, a partir de 2015 registra-se uma redução nessa produção, também fugindo do padrão médio dos anos anteriores. Entretanto, os valores, em reais estimados no período, foram mantidos.

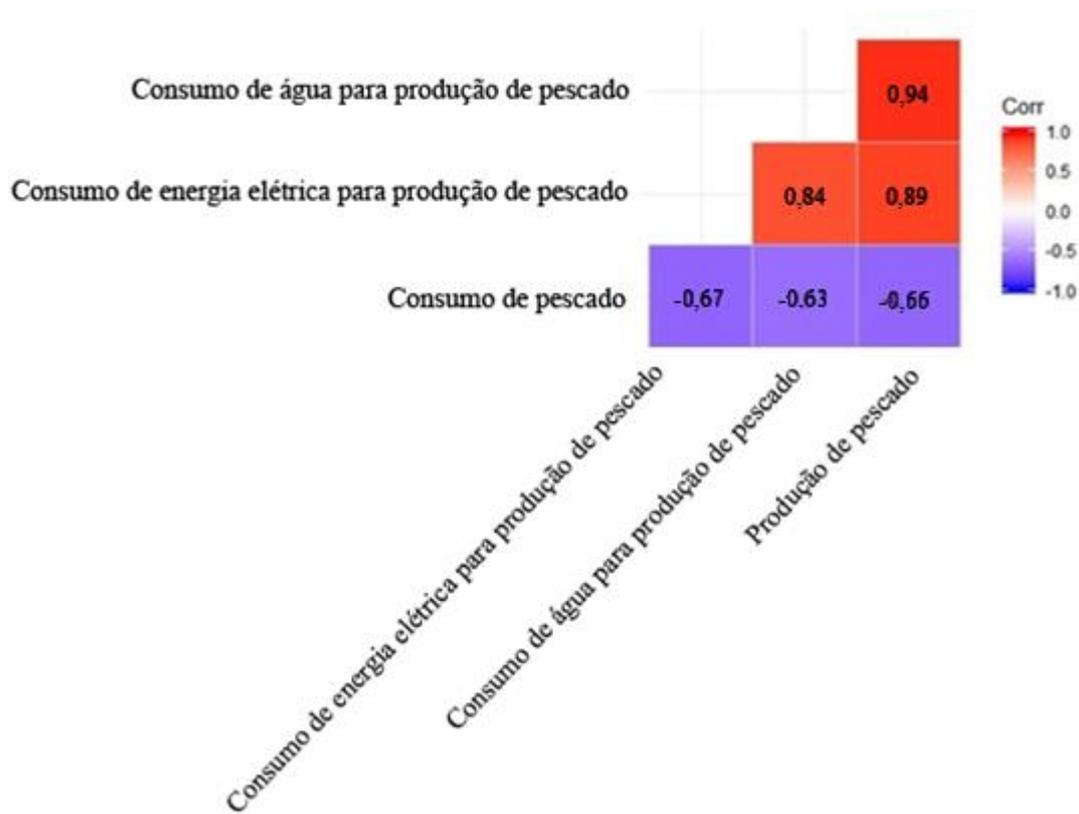
De acordo com Brasil (2015a), a intensa exploração pesqueira tem conduzido à uma crise da atividade, evidenciada pela sobre-exploração, ou seja, a elevada condição de captura dos estoques pesqueiros de interesse comercial na região do litoral norte do Estado de São Paulo e Sul do Rio de Janeiro. A poluição dos mares também é fator de forte impacto na redução da produção de pescado na costa brasileira.

Quanto às análises entre o consumo e a produção de pescado e, o consumo de água e energia elétrica para a produção do alimento nos municípios de Paraty e Ubatuba, ou seja, as inter-relações dos recursos e o nexos AAE, no período de 2008 a 2018, foram utilizados os índices classificados como as seguintes variáveis:

- a) Produção de pescado - Valores da produção de pescado no período (kg/ano),
- b) Consumo de pescado - Índices oficiais do consumo médio de pescado no Brasil (kg/habitante),
- c) Consumo de água para a conservação e tratamento do pescado - O volume de água (m<sup>3</sup>/ano) utilizado, principalmente para a fabricação do gelo,
- d) Consumo de energia elétrica para a produção de pescado - O consumo de energia elétrica (kWh/ano), energia utilizada pelas máquinas para a produção das barras e para triturar o gelo.

As Figuras 72 e 73, elaboradas a partir do Software R, esclarecem essas correlações, apresentando os índices entre as variáveis.

Figura 72 - As correlações entre as variáveis de consumo e produção de pescado e, consumo de água e energia elétrica para a produção do pescado no município de Paraty

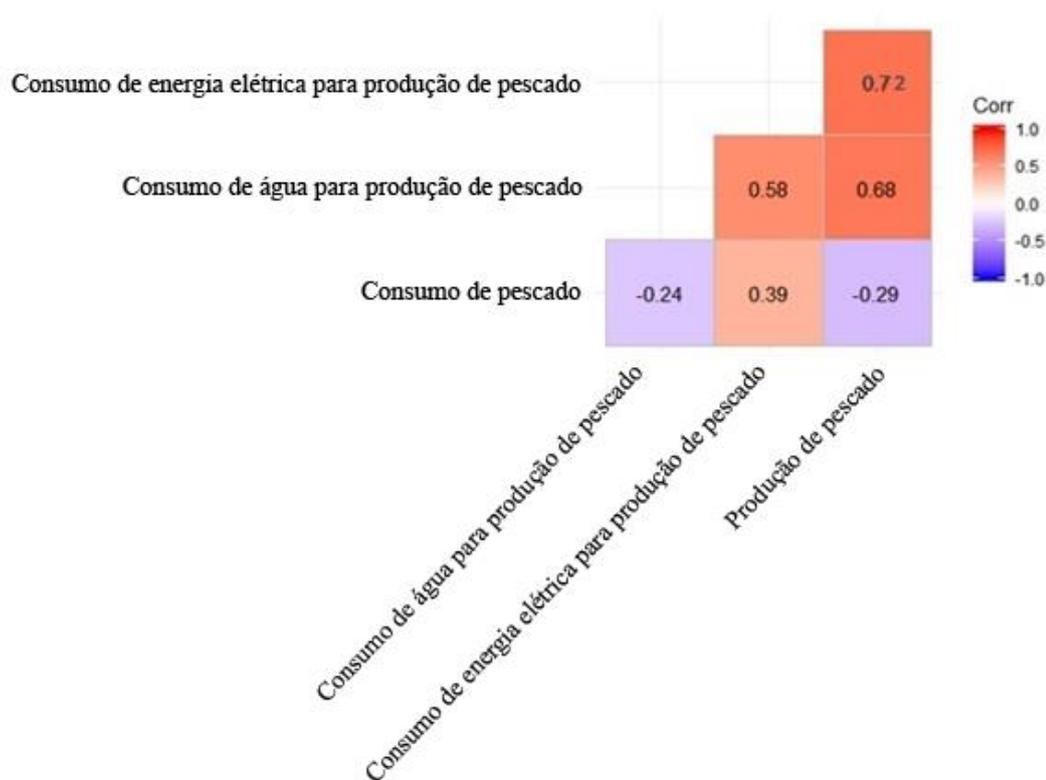


Fonte: Autoria própria

Para o município de Paraty, os índices apresentam forte significância para as variáveis de produção de pescado e água para a produção de pescado (0,94), assim como forte significância também para as variáveis de produção de pescado e consumo de energia elétrica para a produção de pescado (0,89) e consumo de água para a produção de pescado e consumo de energia elétrica para a produção de pescado (0,84). A análise aponta as inter-relações no uso dos recursos água-alimento-energia, dessa forma evidenciando o nexu AAE na produção de pescado nessas localidades.

A Figura 73 possibilita a compreensão das correlações entre as variáveis de consumo e produção de pescado e, consumo de água e energia elétrica para a produção do pescado no município de Ubatuba.

Figura 73 - As correlações entre as variáveis consumo e produção de pescado e, consumo de água e energia elétrica para a produção do pescado no município de Ubatuba



Fonte: Autoria própria

Para o município de Ubatuba, os índices apresentam forte significância para as variáveis produção de pescado e consumo de energia elétrica para a produção de pescado (0,72) e uma moderada significância para as variáveis produção de pescado e consumo de água para a produção de pescado (0,68) e para consumo de água para a produção de pescado e consumo de energia elétrica para a produção de pescado (0,58). Para a correlação entre as outras variáveis os índices de significância revelaram-se fracos, situando-se entre 0,24 e 0,39, ou seja, os p-valores apresentaram índices abaixo de 0,5.

O Objetivo 14 dos ODS e todas as metas a ele correspondentes tratam de, até 2030, “conservar e usar de forma sustentável oceanos, mares e recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável”. Embora os oceanos e mares ainda sejam considerados “terra incógnita<sup>39</sup>” (em relação à terra), o espaço marinho é “o lar” de um número cada vez maior de atividades e usos humanos (ORAMS, 1999). De fato, devido a melhorias na tecnologia, contando com infraestrutura e instalações resilientes em mares para a captura de toda variedade de pescado, nos tempos atuais tornou-se mais fácil explorar recursos marinhos encontrados a

<sup>39</sup> Terra incógnita é o termo em latim para "terra desconhecida", utilizado na cartografia para assinalar as regiões nunca mapeadas ou documentadas. A expressão surgiu pela primeira vez no século XVI.

longas distâncias e em maiores profundidades. Porém, entre todas as atividades humanas realizadas no mar, a mais importante e de crescimento mais rápido (em termos de importância financeira e oportunidades de trabalho) é a indústria do turismo marítimo e costeiro, incluindo diferentes tipos de atividades relacionadas à água e o mar (PAPAGEORGIOU, 2016).

Uma das proposições do estudo do Nexo AAE é minimizar as mudanças climáticas globais. Para a região estudada, uma alternativa econômica seria a promoção de sistemas agroflorestais para o manejo de frutos de juçara (*Euterpes edulis*), face à ocorrência da espécie na região e ao comprovado potencial desses sistemas no sequestro de gás carbônico (ALBRECHT e KNDJI, 2003). Estudo desenvolvido por Danelli, Fisch e Vieira (2016) na região, demonstrou maior produção relativa de biomassa, com consequente sequestro de gás carbônico em florestas secundárias do que em consórcio Banana e a variedade de palmito juçara, como tem sido a produção mais comum para a região. Ainda em relação à minimizar as mudanças climáticas, segundo Loures et al., pode-se obter grande concentração de biomassa com o cultivo de microalgas, uma vez que esses microrganismos são mais produtivos do que outras oleaginosas, auxiliando para a preservação do meio ambiente, em especial no sequestro de gás carbônico. Além disso, as microalgas são utilizadas para produzir combustíveis, servem como matéria-prima para a queima de termelétricas e ainda para a produção de pigmentos e de cosméticos.

### 5.5.3 O consumo e origem do pescado no município de Cunha

O pescado comercializado e consumido em Cunha tem origem, principalmente, das cidades vizinhas de Paraty e Ubatuba, mas também chegam, em pequena quantidade, de outras localidades e de outros estados como Rio de Janeiro e Minas Gerais. Outros itens, como cogumelo *Shitake*, de produção local e verduras recebidas de agricultores locais, estão relacionadas ao comércio de alimento, entretanto não foram relacionados para o tratamento de dados desta tese.

É importante destacar que durante o defeso<sup>40</sup> de algumas espécies de pescado mais comumente comercializadas, como a *Sardinha*, o comércio de Cunha recorre aos produtos vendidos na cidade de Lorena. Um deles é a espécie *Salmão*, contudo, esse produto chega em Lorena a partir do CEASA do estado do Rio de Janeiro; outro pescado comercializado em Cunha é o *Lambari*, espécie de água doce, esta vinda de Alfenas, Minas Gerais. Essas

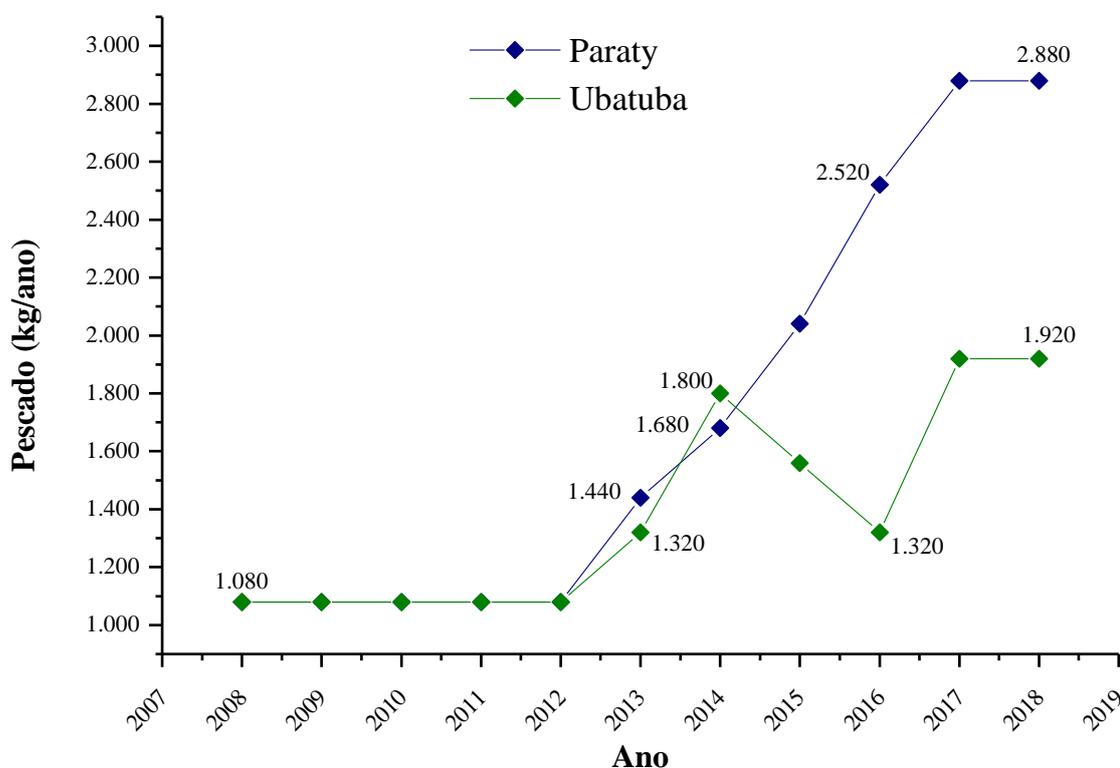
---

<sup>40</sup> Defeso é assim chamada a medida que visa proteger os organismos aquáticos durante as fases mais críticas de seus ciclos de vida, como a época de sua reprodução ou ainda de seu maior crescimento. Dessa forma, o período de defeso favorece a sustentabilidade do uso dos estoques pesqueiros e evita a pesca quando os peixes estão mais vulneráveis à captura, por estarem reunidos em cardumes.

informações são importantes para que se possa observar a rede de comércio de alimentos que é formada entre as localidades para o item pescado.

No contexto do nexo AAE e a rede de influência entre as localidades, para o item pescado, foram tratadas as informações referentes ao consumo de pescado no município de Cunha procedentes dos municípios de Paraty e Ubatuba, essas informações podem ser visualizadas a partir da Figura 74.

Figura 74 - Pescado procedente dos municípios de Paraty e Ubatuba e comercializado no município de Cunha



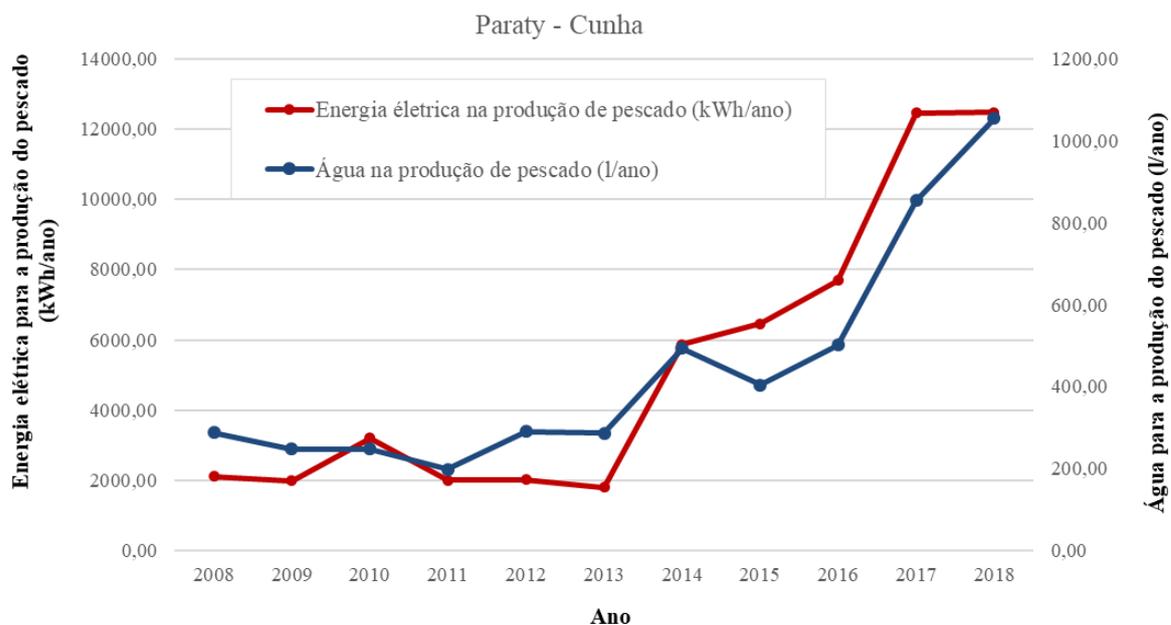
Fonte: Autoria própria

A quantidade de pescado (kg/ano) procedentes dos municípios de Paraty e Ubatuba e comercializada no município de Cunha no período (2008-2018), apresentou valores estimados de 90 kg/mês entre os anos de 2008 e 2012 (1.080 kg/ano) e, apenas a partir de 2013 ocorreu um aumento gradativo, o que é justificado pela maior facilidade de acesso com a pavimentação da estrada Cunha-Paraty<sup>41</sup> que liga os dois municípios. As obras de melhorias da rodovia tiveram início em 2013 e foram finalizadas no início do segundo semestre de 2016, com a

<sup>41</sup> Na década de 1980 havia 46 km de estrada sem pavimentação ligando o município de Cunha à Paraty. Em 1984, a obra foi concluída até a divisa com o Rio de Janeiro, no alto da Serra da Bocaina, trecho que passou a ser oficialmente chamado como “Rodovia Vice-Prefeito Salvador Pacetti”. No território fluminense, a via se estende por mais 25 km (RJ-165) denominada “Estrada Parque Comendador Antônio Conti”. A estrada atravessa área do Parque Estadual da Serra do Mar (SP) e do Parque Nacional da Bocaina (RJ), é conhecida como “Estrada Parque”.

reabertura da estrada, devidamente pavimentada. As Figuras 75 e 76 exibem os gráficos com os valores relacionados à transferência de água e energia elétrica empregadas no pescado produzido em Paraty e consumido em Cunha.

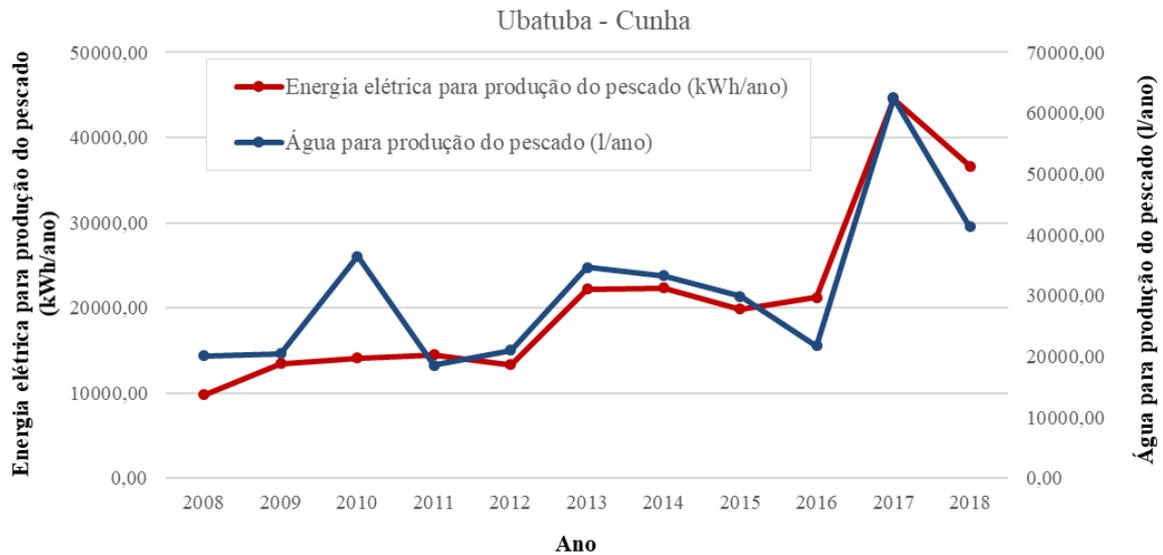
Figura 75 - A transferência de água e energia elétrica empregadas no pescado produzido em Paraty e consumido em Cunha



Fonte: Autoria própria

Quando realizados os cálculos referentes às correlações da produção de pescado e uso da água e energia elétrica para esta produção nos municípios de Paraty e Ubatuba foi possível alcançar dados específicos de consumo de água (l/ano) e de energia elétrica (kW/ano) para a produção de um quilo de pescado. Esses valores foram considerados para obter os resultados relacionados à transferência de água e energia elétrica apresentados nas Figuras 75 e 76.

Figura 76 - A transferência de água e energia elétrica empregadas no pescado produzido em Ubatuba e consumido em Cunha



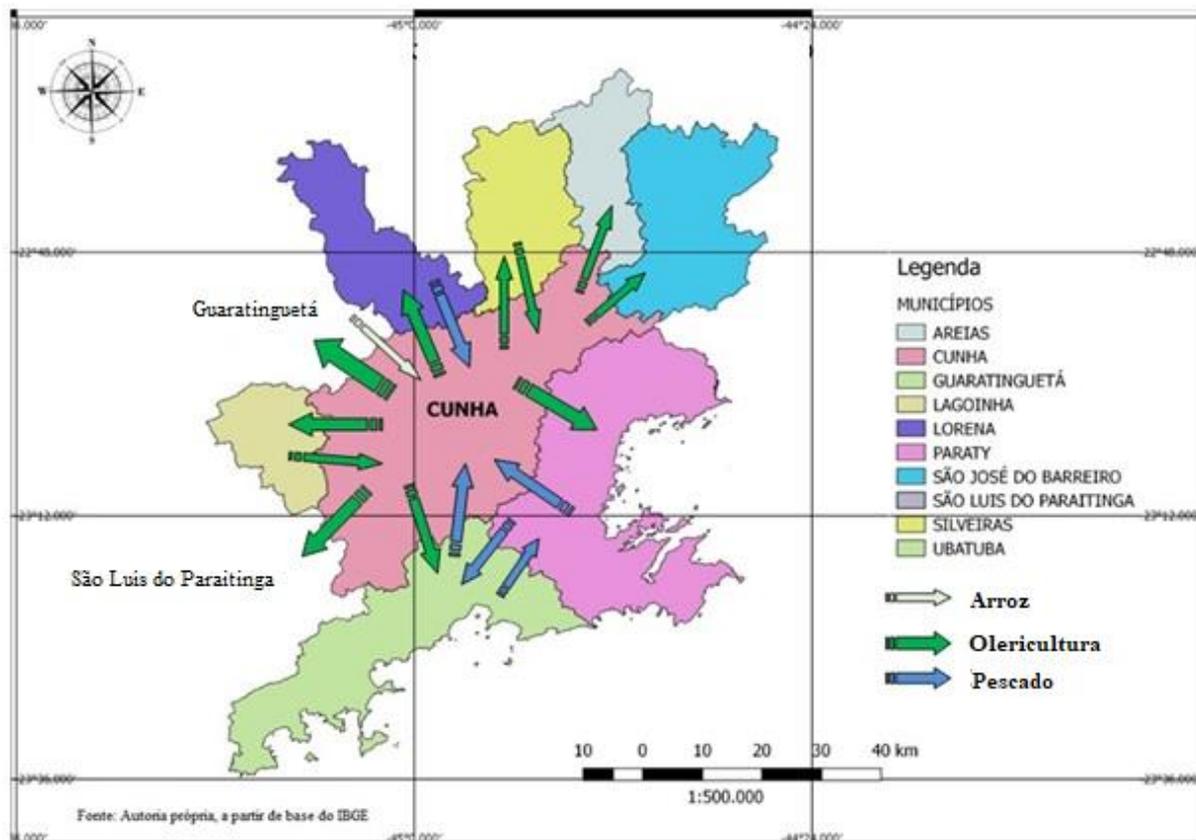
Fonte: Autoria própria

Nessa relação de consumo de pescado, também fica evidenciado o nexu AAE, ou seja, quando o pescado é produzido em uma localidade e consumido em outra, além do próprio consumo do alimento pescado, embutido a esse consumo, estão a água e a energia elétrica produzidas nos municípios de origem, Paraty e Ubatuba, e transferidas para o município consumidor, nesse caso o município de Cunha.

Na produção de alimento realizada em uma determinada localidade e transferida para o consumo em outro município ou região estão representados os fluxos de entrada e saída, os quais determinam, em última análise, como uma cidade interage com outros sistemas e o meio ambiente, fornecendo uma indicação da maneira que os recursos são utilizados na produção dos alimentos que depois são transferidos para o consumo em outro sistema. Nesse sentido, numa visão geral, além do próprio consumo, ocorre uma interação de sistemas e um intercâmbio econômico, quando considerado o que é descartado sob a forma de resíduos e ou emissões. Assim sendo, possibilita uma orientação na análise mais aprofundada do nexu AAE.

A Figura 77 apresenta o mapa das localidades e a inter-relações de alimento entre os municípios e região. Os itens destacados são: pescado, olericultura e, o arroz, este último relacionado à produção no município de Guaratinguetá.

Figura 77 - A inter-relação de alimentos entre os municípios e região



Fonte: Autoria própria, a partir de mapa base do IBGE

Para a compreensão das informações dos alimentos, na produção da olericultura, são utilizados os recursos, a) água: a água para irrigação e a água utilizada para a produção de insumos como os fertilizantes, b) energia: a energia elétrica utilizada para as bombas d'água, a energia primária utilizada para o transporte (de insumos e transporte do produto) e, a energia humana utilizada em todas as fases do trabalho, implicando, o preparo da terra, o cultivo, a colheita, a venda dos produtos na feira local e através de cestas para outras localidades e, c) o uso da terra para o cultivo.

Da mesma forma pode-se afirmar que para o arroz produzido no município de Guaratinguetá, consumido pela população local e também exportado para os municípios vizinhos e região, se faz necessário o uso da terra, o uso de água na irrigação, assim como a energia elétrica, a energia primária utilizada para o transporte e ainda a energia humana em todo processo do trabalho.

Quanto ao alimento pescado, deve-se considerar que nessa análise trata-se do pescado retirado do mar e, dessa maneira, estão inseridos os recursos, a) água: água salgada, água doce para os cuidados com o pescado e do gelo para a conservação do pescado, b) energia: energia

elétrica para máquinas que fabricam e trituram o gelo e para a iluminação dos locais onde permanece o pescado, seja para a limpeza ou para o comércio e, a energia primária no uso de combustível fóssil para o transporte. Relacionado à energia, deve-se considerar ainda a energia humana utilizada em toda a cadeia no trabalho, desde a coleta do pescado no mar, até o destino final do produto. Todos esses são valores intrínsecos a essas produções de alimento e à inter-relação dos recursos, o qual se classifica como o metabolismo circular, exibindo um panorama do nexu AAE.

## 6 CONCLUSÃO

A presente investigação do nexos AAE aplicado à rede de influência entre as cidades, tendo o município de Cunha, em posição central entre os demais municípios estudados, possibilita a análise integrada desses recursos frente ao atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Constata-se que dificilmente serão atingidas as metas dos ODS 2, 5, 6 e 7, explicados a seguir. Com destaque para o Objetivo 2 relacionado a erradicar a fome, frente a índices relativamente altos de crianças extremamente pobres nessas localidades. Entre os municípios estudados, São José do Barreiro é o que possui a maior porcentagem de crianças extremamente pobres (11,36 %), seguido do município de Silveiras (8,28 %) e Areias (7,31%), sendo os três municípios localizados geograficamente próximos uns aos outros, indicando a falta de ações concretas voltadas à segurança alimentar para a população residente naquela região.

Relacionado ao Objetivo 5, “alcançar a igualdade de gênero e capacitar todas as mulheres e meninas”, os resultados afirmam que na área de estudo permanece o trabalho feminino e a compreensão do gênero em análises contínuas dos papéis das mulheres na agricultura. Os índices da presença de mulheres e meninas na agricultura são significativos, sendo que, para o município de Cunha, das 4.883 pessoas ocupadas em estabelecimentos agropecuário, 1.141 (21,32 %) são mulheres e meninas, índices seguidos por São Luís do Paraitinga com 14,37 % e menores porcentagens para os outros municípios estudados. Esses índices comprovam que é necessário um grande salto na valorização econômica feminina, visando o reconhecimento do papel das mulheres nas atividades rurais, nas ações políticas e assuntos do bem comum e, nos espaços sociais institucionais onde estão inseridas, ou seja, a casa, a comunidade, o mercado e o Estado.

Para o Objetivo 6, “garantir a disponibilidade e gestão sustentável de água e saneamento para todos”, os resultados apontam a não existência de adutora de água tratada em 60 % das localidades. Deve-se enfatizar que, o acesso à água em quantidade e qualidade suficientes é uma necessidade básica para o ser humano, tanto para o seu consumo próprio quanto para o desenvolvimento de suas atividades econômicas, culturais e de lazer. Esse é um aspecto que deve ser ressaltado, principalmente para os municípios com cabeceiras de drenagem do Rio Paraíba, face ao fato deste rio ser fonte de abastecimento de grandes metrópoles do sudeste brasileiro e ainda para àqueles com as cabeceiras de drenagem em UCs.

No Objetivo 7, “garantir acesso à energia confiável, acessível, sustentável e moderna para todos”, os resultados referentes ao acesso à energia elétrica para a população desses municípios

apontam que não existe acesso à energia elétrica para 0,3% do total de domicílios no município de Lorena (72 residências), 2,0 % no município de Paraty (219 residências), 0,04 % no município de São José do Barreiro (55 residências) e 1,1 % no município de Ubatuba (280 residências). Apesar de todos os avanços científicos da humanidade, ainda existem moradias sem acesso à energia elétrica, a maior parte na zona rural e em locais de difícil acesso. Os desdobramentos do problema são muitos, entre eles a impossibilidade de estudar à noite, dificuldade de acesso à informação, desperdício de comida por falta de geladeira e insegurança. Esses são aspectos que devem ser considerados para o alcance desta meta e das demais, principalmente àquelas ligadas às questões nutricionais.

Para a correlação entre os usos dos recursos naturais e a produção de alimento orgânico no município de Cunha, o consumo de água mostrou-se superior nos anos de 2014 (47.661,30 m<sup>3</sup>) e 2015 (45.066,30 m<sup>3</sup>), quando comparado aos outros anos, como esperado, já que a crise hídrica na região se deu neste período e o solo necessitou de mais água. No geral, a utilização de água para esta produção apresenta um índice de fraca significância (0,2602), e o consumo de energia elétrica, no período, manteve a média próxima a 900 kWh/ano, com significância moderada de 0,6626. Diante dos bons resultados da agricultura orgânica no município de Cunha, as mulheres de outras áreas deveriam ser incentivadas a esta prática.

Quanto à produção de arroz no município de Guaratinguetá, foi possível aferir que em 2009 para a produção de 9.716 toneladas foram utilizados 251.633,5 kWh de energia elétrica, enquanto que em 2010, para uma produção pouco superior a de 2009 (9.910 t) foi consumido menor quantidade de energia (221.622,2 kWh), esses dados apontam para a necessidade de controle na gestão de consumo e custos, para se evitar desperdícios. Conforme apresentados nos diagramas de dispersão, ficou clara a relação linear entre a produção de arroz e o volume de água utilizado. Para esta correlação foi obtido índice de forte significância 0,8934. Da mesma forma, para as correlações entre a produção de arroz e o consumo de energia elétrica, como observado em 2012, ano com a maior produção do grão (30.456 toneladas), o índice de correlação foi significativo (0,7912). Esse resultado indica também que é necessário um maior controle no consumo de energia elétrica para a produção do alimento, informações que podem ser úteis para os produtores, assim como para as políticas voltadas para a produção de arroz.

Quando se trata da produção de pescado nos municípios de Paraty e Ubatuba, ainda que os valores estimados acompanham a produção do pescado, mesmo quando ocorre queda no volume de pescado produzido, fica destacada a intensa exploração pesqueira, a qual conduziu a crise na atividade, evidenciada pela sobre-exploração, ou seja, a elevada condição de captura dos estoques pesqueiros de interesse comercial na região do litoral norte do Estado de São Paulo

e Sul do Rio de Janeiro. Nesse conjunto está a indústria do turismo marítimo e costeiro como outro fator impactante, além da contínua poluição das águas. A redução na produção pesqueira nessas regiões deve ser uma advertência às políticas públicas e aos tomadores de decisões.

Ainda no contexto da pesca, quando considerado o Objetivo 2 dos ODS e a segurança alimentar, na medida em que os vários componentes do panorama de meios de subsistência essenciais aos pescadores tradicionais (pesca e agricultura de pequena escala), estão sendo, de várias maneiras, pressionados (seja pela intensa exploração e ou exportação em grande escala, seja pelo turismo e ainda, pela perda da diversidade e conseqüente conflito negativo no alimento), é muito importante destacar que o impacto na mudança desses meios de subsistência se traduzirá em perda de resiliência, deixando esses grupos vulneráveis à insegurança alimentar.

Na análise das correlações entre a produção de pescado e o consumo de água e energia elétrica para a produção do alimento no município de Paraty, os índices apresentam uma forte significância para as variáveis da produção de pescado e a água para a produção de pescado (0,94), assim como também para as variáveis de produção de pescado e consumo de energia elétrica para a produção de pescado (0,89) e consumo de água para a produção de pescado e o consumo de energia elétrica para a produção de pescado (0,84). Para o município de Ubatuba os índices apresentam forte significância para as variáveis da produção de pescado e consumo de energia elétrica para a produção de pescado (0,72) e, uma média significância para as variáveis produção de pescado e consumo de água para a produção de pescado (0,68) e para consumo de água para a produção de pescado e consumo de energia elétrica para a produção de pescado (0,58). O consumo de água encontra-se associado à produção de gelo, necessário em todo processo de conservação do pescado, assim como o consumo de energia para produção desse gelo. Quando o pescado produzido em Paraty ou Ubatuba é consumido no município de Cunha, está associado a esse consumo o uso da água e energia na produção do pescado. Dessa forma, as análises apontam a inter-relações no uso dos recursos água, alimento e energia, evidenciando o nexos AAE na produção de pescado nessas localidades.

Considerando ser uma das proposições do estudo do Nexos AAE minimizar as mudanças climáticas globais, uma alternativa econômica, para a região estudada, seria a promoção de sistemas agroflorestais para o manejo de frutos da palmeira juçara (*Euterpes edulis*), apresentado a maior produção relativa de biomassa com conseqüente sequestro de gás carbônico. Para esse fim, a produção de microalgas também deve ser destacada.

A análise geral do nexos AAE na área de estudo permite estabelecer a produção de arroz como a maior ameaça ao pretendido equilíbrio ambiental, em função do uso relativamente alto de água e energia, e mudanças significativas no uso da terra, com a utilização de grandes

extensões de áreas de várzea, para produção de um alimento que não é consumido entre os municípios estudados, e sim exportado para outras localidades, fora do sistema de produção. Para efeitos de políticas públicas, essa produção merece destaque entre as demais. Por outro lado, é um setor produtivo que pode ser incrementado com novas tecnologias que proporcionem aumento de produção, em menores áreas, com melhoramentos genéticos, e novas técnicas de cultivo, que demandem menor volume no uso de água.

É importante ressaltar que a maioria das ferramentas disponíveis, para a gestão dos recursos naturais, água, alimento e energia, no âmbito local e regional, considerando o nexo AAE, busca quantificar a inter-relação desses setores, e inclui fatores externos, como o crescimento populacional. No entanto, a avaliação de riscos no planejamento local é, frequentemente, omitida, ou seja, não estão disponíveis informações exatas sobre a produção e consumo de cada um dos três recursos naturais em nenhum dos específicos departamentos.

A avaliação do nexo AAE pode ajudar as partes interessadas a desenvolver políticas adaptáveis e resilientes, e ainda produzir resultados para diminuir as várias preocupações expressas em diversas fontes da literatura sobre os desafios que ainda existem na lacuna de conhecimento entre o campo da política, tomadas de decisão e da pesquisa.

Os impactos das estratégias de ações políticas, quando há e se aplicados parcialmente, requerem reavaliações constantes à medida que mais informações se tornam disponíveis. Pesquisas sobre o nexo AAE são necessárias, assim como a organização de informações e ideias que garantam que as ferramentas sejam acessíveis às partes interessadas nos setores de tomada de decisão. Isto pode ser alcançado integrando ações colaborativas e participativas e, sempre, considerando a participação da população local. É imperativo que pesquisadores e partes interessadas no nexo AAE aumentem a colaboração coletiva no desenvolvimento de metodologias, abordagens essas que podem resultar na construção e fortalecimento de ferramentas para a implementação do nexo AAE.

Esforços nos diversos setores, acadêmicos, governamentais e sociais, devem ocorrer para identificar as principais interações do nexo AAE, apresentando soluções viáveis, discussões dentro e fora das universidades, composições estruturantes e metodologias acessíveis para a gestão sustentável do nexo AAE seguir avançando nas práticas de governança por meio de aplicações nas realidades existentes, principalmente, locais e regionais, em áreas rurais e urbanas.

Não se pretende aqui esgotar as questões ou as temáticas que incluem o nexo AAE nessa região, mas mostrar a variedade das possíveis pesquisas, bem como instigar novos estudos que cubram inevitáveis lacunas desse campo de conhecimento. Acredita-se que essa pesquisa deve

contribuir para a construção de um estado da arte da pesquisa do nexos AAE, evidenciando-a em molduras mais propensas e inerentes às Ciências.

Trabalhos futuros devem considerar as metas e indicadores que não foram contemplados nessa pesquisa, pois serão de grande valia para subsidiar dados precisos para buscar alcançar os ODS no Brasil, assim como relacioná-los ao nexos água-energia-alimento. E ainda, outras variáveis, do item alimento, devem ser trabalhadas para o alcance dos ODS no que se refere aos mais importantes Objetivos, o Objetivo 2 *“acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável”* e o Objetivo 3 *“Garantir uma vida saudável e promover o bem-estar de todos em todas as idades”*.

No mesmo contexto do nexos AAE no Vale do Paraíba, recomenda-se também a abordagem de temas como a mineração e a produção leiteira.

## REFERÊNCIAS

AGEVAP - Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul. **Plano de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul: análise dos impactos e das medidas mitigadoras que envolvem a construção e operação de usinas hidrelétricas.** São Paulo, 2007. 148 p.

AGEVAP - Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul. **Avaliação dos impactos de novas transposições de vazão do Rio Paraíba do Sul.** São Paulo, 2013. 59 p.

AGEVAP - Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul. **Históricos dos empreendimentos de PCHs na Bacia do Paraíba do Sul.** São Paulo, 2017.

ALBRECHT, A.; KNDJI, S. T. Carbon sequestration in tropical agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Nairobi, v. 99, p. 15–27. 2003.

ALBRECHT, T.R.; CROOTOF, A.; SCOTT, C.A. The water-energy-food nexus: a systematic review of methods for nexus assessment. **Environmental Research Letters**, v. 13, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa9c6>. Acesso em: 02 fev. 2019.

ALDRICH, John H. Correlations genuine and spurious in Pearson and yule. **Statistical Science**, England, v. 10, n. 4, p. 364-376, 1995.

ALLOUCHE, J.; MIDDLETON C.; GYAWALI D. Technical veil, hidden politics: interrogating the power linkages behind the nexus. **Water Alternatives**, v.8, n.1, p.610-26, 2015.

ALLWOOD, J. M. *et al.* **Foreseer** Software. 2012. UK Foreseer tool [computer software]. Disponível em: <https://www.foreseer.group.cam.ac.uk/foreseer-tool/>. Acesso em: 03 dez. 2019.

ALMEIDA, F. F. M.; CARNEIRO, C. D. R. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 28, n.2, p.135-150, 1998.

ARAÚJO, L. G. *et al.* Struggles for inclusive development in small-scale fisheries in Paraty, southeastern coast of Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 150, p. 24-34, 2017.

ARAÚJO, M. E.; RAMALHO, C. W. N.; MELO, P. W. Artisanal fishers, consumers and the environment: immediate consequences of the oil spill in Pernambuco, northeast of Brazil. **Caderno de Saúde Pública**, Pernambuco, p. 230-319, 2020.

ATLAS BRASIL. **Atlas de desenvolvimento humano no Brasil.** São Paulo: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA); Fundação João Pinheiro (FJP), 2019.

AZEVEDO, A. M. M. **Análise Top-Down e Bottom-up de um programa de inovação tecnológica na área de energia: o programa nacional de produção e uso de biodiesel (PNPB).** 2005. 342 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Pós-graduação em Política Científica e Tecnológica, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

BHADURI, A. *et al.* Sustainability in the water–energy–food nexus. **Water International**, Urbana, v. 40, p. 723–732, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02508060.2015.1096110>. Acesso em: 02 fev. 2019.

BIOCUNHA. **Produção agrícola**: agricultura orgânica no município de Cunha. Cunha, 2019.

BRASIL. Lei n. 8.617, de 4 de janeiro de 1993. Zona Econômica Exclusiva - ZEE. Dispõe sobre o mar territorial, a zona contígua, a zona econômica exclusiva e a plataforma continental brasileiros, e dá outras providências. **Lex**, Brasília, DF, 4 jan. 1993.

BRASIL. Lei n. 9.427, de 26 de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências. **Lex**, Brasília, DF, 26 dez. 1996.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo agropecuário 2006**: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro, 2006. 777 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Indicadores ambientais**. Sistema Nacional de Informação Sobre Meio Ambiente, 2007. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima/indicadores>. Acesso em: 27 jun. 2016.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Regiões de influências das cidades**. São Paulo, 2008. 201 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo Demográfico 2010**: características gerais da população: resultados da amostra. 2010a. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 03 jan. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Conceitos e diretrizes básicas aplicáveis à avaliação de capacidade de suporte ambiental das regiões metropolitanas do Brasil**. 2010b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/0FB4982F>. Acesso em: 01 maio 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. **Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil**. Brasília: MMA/SBF/GBA, 2010c. 148 p.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Atlas Brasil**: abastecimento urbano de água. Brasília: CONAP, 2011. 72 p. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 24 dez. 2016.

BRASIL. Instituto de pesquisa econômica aplicada – IPEIA. Fundação João Pinheiro – FJV. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil**. São Paulo, 2012. Disponível em: [http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o\\_atlas/idhm/](http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/o_atlas/idhm/). Acesso em: 05 mar. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável. **Agenda 21 e a Sustentabilidade das Cidades**. Brasília. 2014a. 81 p.

BRASIL. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO. **O estado da segurança alimentar e nutricional no Brasil: um retrato multidimensional**. Brasília: FAO, 2014b. 90 p. Disponível em: <http://www.fao.org.br>. Acesso em: 01 abr. 2018.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura - MPA. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Plano de gestão para o uso sustentável da tainha, *mugil liza valenciennes*, 1836, no sudeste e sul do Brasil**. Brasília. 2015a. 238 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Mapa municipal estatístico: acesso à informação**. 2015b. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=355480>. Acesso em: 21 set. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Água e Consumo Consciente**. Brasília, 2016a. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh>. Acesso em: 05 fev. 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil: 2014: relatório síntese**. Brasília: ANA, 2016b. 33 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. *In: FÓRUM DE DISCUSSÃO SOBRE O QUESTIONÁRIO DO CENSO AGROPECUÁRIO 2015. Anais eletrônicos [...]*. Rio de Janeiro, 2016c. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2014/01/secretaria-nacional-contribui-para-censo-agropecuario-2015>. Acesso em: 04 set. 2016.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo agropecuário 2017: Brasil, grandes regiões e unidades da federação**. Rio de Janeiro, 2017a. 108 p.

BRASIL. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2017b. 80 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Enciclopédia dos Municípios Brasileiros**. São Paulo, 2017c. 35 v. Versão em DVD. edição fac-similar.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Ministério de Minas e Energia - MME. **Anuário estatístico de energia elétrica 2017: ano base 2016**. Brasília, 2017d. Disponível em: <http://www.epe.gov.br>. Acesso em: 07 abr. 2018.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME. **Boletim mensal de monitoramento do setor elétrico: dezembro de 2016**. Brasília: MME, 2017e.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Agência Nacional de Águas - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**. Brasília, 2017f. 177 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Agência Nacional de Águas - ANA. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, 2017g. 86 p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. **Balanco Energético Nacional (BEN) 2018: ano base 2017**. Brasília. 2018a. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 07. fev. 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Retratos: a revista do IBGE**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018b.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produto interno bruto dos municípios: ano de referência 2010**. Rio de Janeiro, 2018c. 58 p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Banco Multidimensional de Estatística: BME**. Rio de Janeiro, 2018d. Disponível em: <https://www.bme.ibge.gov.br>. Acesso em: 22. nov. 2018.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Produção Agrícola Municipal (PAM): culturas temporárias e permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018e. 64 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria Nacional de Saneamento. Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento - SNIS. **Série histórica: água e esgoto**. Brasília, 2019.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome. Secretaria de Avaliação e Gestão da Informação. **Escala brasileira de insegurança alimentar: análise psicométrica de uma dimensão da segurança alimentar e nutricional**. Brasília, 2014. 15 p. Disponível em: <http://www.mds.gov.br/sagi>. Acesso em: 10 out. 2018.

BAZILIAN, M. *et al.* Considering the energy, water and food nexus: towards an integrated modeling approach. **Energy Policy**, Vienna, p. 7896-7906, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.039>. Acesso em: 10 dez. 2018.

BRUNNER, P.H.; RECHBERGER, H. **Practical handbook of material flow analysis**. Boca Raton, FL: Lewis Publishers, 2003.

CAMPBELL, H.; BELL, M. M.; FINNEY, M. (ed). **Country boys: masculinity and rural life**. Pennsylvania: University Park - Pennsylvania State University Press, 2006.

CAPONERO, M. C.; GIRALDI, R. C.; LEITE, E. Paraty, patrimônio mundial da Unesco: preservação da história, da memória, da cultura e da biodiversidade. **Confluências Culturais**, São Paulo, p. 1-12, 2019.

CARPENTER, L. **Livelihoods and gender: a case study on the coast of southeastern Brazil**. Master's thesis, University of Manitoba, Winnipeg. 2011. Disponível em: [http://www.umanitoba.ca/institutes/natural\\_resources/canadaresearchchair/thesis/CarpenterM NRM2012.pdf](http://www.umanitoba.ca/institutes/natural_resources/canadaresearchchair/thesis/CarpenterM NRM2012.pdf). Acesso em: 17 jun. 2018.

CARTA DOS ARQUITETOS. In: UNIÃO INTERNACIONAL DE ARQUITETOS, Paris. **Congresso Mundial dos Arquitetos**. 2017. Disponível em: <http://www.caubr.gov.br/arquitetura-carta-acordo-de-paris/>. Acesso em: 27 jun. 2017.

CASTRO, J. **O livro negro da fome**. São Paulo: Brasiliense, 1960.

CASTRO, J. **Geopolítica da fome**. São Paulo: Brasiliense, 1965.

CASTRO, J. **Geografia da fome. O dilema brasileiro: pão ou aço**. 10. ed. Rio de Janeiro: Antares: Achiamé, 1982.

CEPERJ. **Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2016.

CERQUEIRA, G. A. *et al.* **A Crise hídrica e suas consequências**. 2015. Disponível em: <http://www12.senado.gov.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-deestudos/boletins-legislativos/bol27>. Acesso em: 01 maio 2016.

CHEN, P. Y.; POPOVIC, P. M. **Correlation**. London, Sage. 2002.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

CICCO, V. de *et al.* Recursos hídricos na Mata Atlântica: estudo de caso do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha - SP. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: O EUCALIPTO E O CICLO HIDROLÓGICO, 1., 2007, Taubaté, Brasil. **Anais [...]**. Taubaté: IPABHi, p. 25- 33, 2007.

CLARK, M. R. *et al.* The impacts of deep-sea fisheries on benthic communities: a review. **Ices: Journal of Marine Science**. New Zealand, p. 52-69, 2016.

COHEN, J. E. **How many people can the earth support?** New York: WW Norton & Company, 1995.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ, Erlbaum. 1988.

CECHIN, A. D.; VEIGA, José E. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. **Revista de Economia Política**, São Paulo, p. 438-454. 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31572010000300005>. Acesso em: 21 abr. 2018.

DAHER B. T., MOHTAR R. H. Water-energy-food (WEF) Nexus Tool 2.0: guiding integrative resource planning and decision-making, **Water International**, v.40, n. 5-6, p. 748-771, 2015. Disponível em: <http://10.1080/02508060.2015.1074148>. Acesso em: 02 jun. 2017.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: usando SPSS para Windows**. Porto Alegre: Artmed. 2006.

DANELLI, M. F.; FISCH, S. T. V.; VIEIRA, S. A. Analysis of the forest structure and the biomass of harvesting areas of Juçara fruits (*Euterpe edulis Mart.*) In the northern coast and in Serra do Mar, SP State - Brazil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, p. 773-786. set. 2016.

DANTAS, M. E. **Mapa geomorfológico**. Projeto Rio de Janeiro. Folha SF 23-Z-A/C Volta Redonda/Ilha Grande. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Minas e Metalurgia. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Rio de Janeiro, 2000.

DAVIDSON, E.A, *et al.* The Amazon basin in transition. **Nature**, v.481, n.7381, p. 321-328, 2012.

DENTI, E. Novel pervasive scenarios for home management: The Butlers architecture. **Springerplus**, Bologna, v. 3, n. 52, p.22-52, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-52>. Acesso em 13 abr. 2017.

ELIAS, M. C. F. *et al.* Manejo Tecnológico na pós colheita e inovações. In: ELIAS, M. C. F.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L. (Ed.). **Qualidade de arroz da pós-colheita ao consumo**. Pelotas: Ed. UFPEL, 2012.

EL SALVADOR. Community of Latin American and Caribbean States. United Nations Food and Agriculture Organization. **Regional Strategy for Disaster Risk Management in the Agriculture Sector and Food and Nutrition Security in Latin America and the Caribbean (2018 - 2030)**. El Salvador, 2018. 42 p.

EMPERAIRE, L.; PERONI, N. Traditional Management of Agrobiodiversity in Brazil: A Case Study of Manioc. **Human Ecology**, v.35, p. 761-768, 2007.

ENDO, A. *et al.* 2015. **Methods of the water-energy-food nexus**. Water (Switzerland). Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w7105806>. Acesso em: 01 jan. 2017.

EQUADOR. United Nations. **New urban agenda - Habitat III: Housing and Sustainable Urban Development (Habitat III)**. Quito. 66 p. 2016. ISBN: 978-92-1-132731-1. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2017.

FANG, K. *et al.* The footprint's fingerprint: on the classification of the footprint family. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.23, p. 54–62, 2016. Disponível em: DOI: 10.1016/j.cosust.2016.12.002. Acesso em: 04 jul.2018.

FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations (Org.). **Save and grow: a policymaker's guide to the sustainable intensification of smallholder crop production**. Rome, 2011. 116 p. ISBN 978-92-5-106871-7

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ONU. **The water-energy-food nexus: a new approach in support of food security and sustainable agriculture**. Rome, 2014. 28 p.

FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura OMS. **Panorama de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en América Latina y el Caribe**. Santiago do Chile. 2017. 118 p. Disponível em: <http://www.fao.org/americas/publicaciones>. Acesso em: 25 dez. 2017.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura. **Indicadores por país: Brasil**. 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat>. Acesso em: 27 jun. 2019.  
FERRÃO, P. C.; FERNÁNDEZ, J. E. **Sustainable Urban Metabolism**, Lisbon. 2013. ISBN 978-0262-01936-1

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Pernambuco, p. 115-146. 2009.

FRIEDEL, W.; NEUMANN, W. Sustainable Energy Planning with Efficient Office Building and Cogeneration Plants in Frankfurt am Main. **New York Academy of Sciences**, Frankfurt, p.328-334, 2004.

FURNAS Centrais Elétricas. **Usina do Funil**. 2019. Disponível em: Disponível em: <https://www.furnas.com.br/subsecao/119/usina-de-funil---216-mw>. Acesso em: 22 jun. 2019.

GEORGESCU-ROEGEN, N. The economics of production. **American Economic Review**, v. 60, n.2, p.1-9, 1970. **Papers and Proceedings** of the Eighty-second Annual Meeting of the American Economic Association.

GIAMPIETRO, M. **Multi-scale integrated**: analysis of agroecosystems. Roma: Taylor and Francis, 2003. 471 p.

GIAMPIETRO, M.; MAYUMI, K.; RAMOS-MARTIN, J. **Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM)**: an outline of rationale and theory. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona, 2008. p. 1-10.

GIAMPIETRO, M. *et al.* Food and agriculture organization of the united nations (FAO). **An innovative accounting, framework for the food-energy-water nexus**: application of the MuSIASEM approach to three case studies. 56. ed. Rome: FAO, 2013. 91 p.

GIAMPIERO, M. **Exosomatic metabolism**. 2018. Disponível em: <https://www.coursera.org/>. Acesso em: 02 fev. 2018.

GIESBRECHT, D.J. **Small-scale fisher livelihood strategies and the role of credit in Paraty, Brazil**. Winnipeg: Faculty of Graduate Studies of the University of Manitoba, 2011. 119 p.

GOMES, R. A. Eco bairro: um conceito para o desenho urbano. *In*: CONFERENCE: CONFERÊNCIA NACIONAL IISBE, 2018, Aveiro, Portugal: **Proceedings** [...]. Portugal: 2018. p.53-83.

HAEFELE S. M. *et al.* Transpiration efficiency of rice (*Oryza sativa L.*). **Field Crops Research**, v. 111, n. 1-2, p.1-10, 2008. Disponível em: <http://doi.10.1016/j.fcr.2008.09.008>. Acesso em: 12 jan. 2019.

HAIG, B. D. Spurious correlation. *In*: SALKIND, N. J. (ed.). **Encyclopedia of measurement and statistics**. California: Sage Publications, 2011. p. 938-940. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4135/9781412952644>. Acesso em: 13 ago. 2019.

HANAZAKI, N. *et al.* Livelihood diversity, food security and resilience among the caiçara of coastal Brazil. **Human Ecology**, New York, p. 153-164, 2013.

HENDRICKSON, C.T.; LAVE, L.B.; MATTHEWS, H.S. **Environmental life cycle assessment of goods and services**: an input-output approach. Washington: RFF Press, 2006. 262 p.

HIRUMA, S. T. *et al.* Denudation history of the Bocaina plateau, Serra do Mar, southeastern Brazil: relationships to gondwana breakup and passive margin development. **Gondwana**

**Research**, Amsterdam, v. 18, n. 4, p. 674-87. 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/40677>. Acesso em: 17 nov. 2019.

HOEKSTRA, A.Y.; HUNG, P.Q. **Virtual water trade**: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report. The Netherlands: Delft, 2002. 120 p.

HOFF, H. The water, energy and food security nexus - solutions for the green economy, 2011, Bonn. *In: UNDERSTANDING THE NEXUS, BACKGROUND PAPER FOR THE BONN 2011 CONFERENCE*, 2011, Stockholm., **Proceedings [...]**. Stockholm: Background Paper, 2011. 52p.

HOFF, H. Integrated SDG implementation-how a cross-scale (vertical) and cross-regional nexus approach can complement cross-sectoral (horizontal) integration. **Managing water, soil and waste resources to achieve sustainable development goals: monitoring and implementation of integrated resources management**, Sweden, p. 149-163, 2018. Disponível em: [http://doi.10.1007/978-3-319-75163-4\\_7](http://doi.10.1007/978-3-319-75163-4_7). Acesso em 13 jun. 2018.

HOWELLS, M. *et al.* Integrated analysis of climate change, land-use, energy and water strategies. **Nature Climate Change**, Sweden, p. 621-626, 2013. Disponível em: <http://doi.10.1038/nclimate1789>. Acesso em: 07 jun. 2019.

INTERNATIONAL ENERGY INSTITUTE – IEA. **Power generation and potential impacts related to water quality**. Paris: Towards Energy Systems, 2012. 221 p.

INTERNATIONAL ENERGY INSTITUTE – IEA. **Energy technology perspectives 2016: towards sustainable urban energy systems**. Paris, 2017. 418 p.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL – IPHAN. **O caminho do ouro em Paraty e sua paisagem**. 2015. Disponível em: [http://www.pagem.uerj.br/textos/172\\_2009/docs/C%F3digos%20e%20Leis%20Paraty/IPHAN/proposta%20-%20paraty%20patrimonio.pdf](http://www.pagem.uerj.br/textos/172_2009/docs/C%F3digos%20e%20Leis%20Paraty/IPHAN/proposta%20-%20paraty%20patrimonio.pdf). Acesso em: 13 jul. 2019.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL - IPHAN. **Paraty e Ilha Grande recebem título de patrimônio mundial da Unesco**. São Paulo, 2019. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/noticias/detalhes/5164/paraty-e-ilha-grande-rj-ganham-titulo-de-patrimonio-mundial-da-unesco>. Acesso em: 07 jul. 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Summary for policymakers, in climate change 2007: the physical science basis**, contribution of working group in to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2007. 34 p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. **Alterações climáticas 2014: impactos, adaptação e vulnerabilidade**. Genebra: Organização Meteorológica Mundial (WMO), 2014. 34 p. Contribuição do Grupo de Trabalho II para o quinto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Objetivos de desenvolvimento do milênio**: relatório nacional de acompanhamento. Brasília, 2005. 42 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Código florestal: implicações do PL 1876/99 nas áreas de reserva legal**. Rio de Janeiro, 2011. 96p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. Secretaria de Políticas para Mulheres. **Desafios do desenvolvimento**. São Paulo, 2016. p. 88.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável**. Brasília, p. 53-83, 2017.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - IRENA. **Renewable energy in the water, energy and food nexus**. Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2015. 125 p.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY - IRENA. **Renewable power generation costs in 2017**. Abu Dhabi, 2018. 123 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Carta geotécnica de planejamento e gestão territorial do município de Cunha: parecer técnico nº.18.745**. São Paulo, 2010. 122 p.

KENNEDY, C.; CUDDIHY, J.; ENGEL-YAN, J. The changing metabolism of cities. **Journal of Industrial Ecology**, Toronto, p. 43-59, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1162/jie.2007.1107>. Acesso em: 13 jun. 2017.

KOZAK, M. What is strong correlation? **Teaching Statistics**, Sheffield, v. 31, p. 85-86, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9639.2009.00387>. Acesso em: dez. 2018.

ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY - KTH. Climate, land, energy and water strategies to navigate the nexus - CLEWs. *In: WORKSHOP ON MODELLING THE WATER ENERGY NEXUS*, 2017, Zurich. **Anais [...]**. Zurich, 2017.

LEACH, A.M. *et al.* A nitrogen footprint model to help consumers understand their role in nitrogen losses to the environment. **Environment Development**, p. 40-66, 2012. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2011.12.005>. Acesso em: 21 jan. 2018.

LEE, S.O.; JUNG, Y. Efficiency of water use and its implications for a water-food nexus in the Aral Sea Basin. **Agriculture Water Management**, p. 80-90, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.05.014>. Acesso em: 12 maio 2019.

LEINZ, V.; AMARAL, S. E. **Geologia geral**. São Paulo: Editora Nacional, 1989. 487p.

LEITE, C.; AWAD, J. C. M. **Cidades sustentáveis, cidades inteligentes: desenvolvimento sustentável num planeta urbano**. Porto Alegre: Bookman, 2012. 264 p.

LOURES, C. C. A. *et al.* Simultaneous esterification and transesterification of microbial oil from *Chlorella minutissima* by acid catalysis route: a comparison between homogeneous and heterogeneous catalysts. **Fuel**, Guildford, p. 261-268, 2018.

MALTHUS, T. R. **Ensaio sobre a população**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.

MARENGO, J. A. *et al.* A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, São Paulo, p. 31-44, 2015.

MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 129, p. 103-15, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1310-1>. Acesso em: 04 abr. 2017.

MARTINS, M. B. *et al.* Análise dos vetores de pressão do Parque Nacional da Serra da Bocaina, distritos de Tarituba (Paraty) e Mambucaba (Angra dos Reis). **Jornal da Universidade Federal do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, p. 1-16, 2013.

MATTHEWS, H.S.; SMALL, M.J. Extending the boundaries of life-cycle assessment through environmental economic input-output models. **Journal of Industrial Ecology**, v. 4, n. 3, p. 7-10, 2001. Disponível em: <https://doi.10.1162/108819800300106357>. Acesso em: 12 jan. 2017.

MARTINEZ-ALIER, J.; SCHLÜPMANN, K. **Ecological economics: energy, environment and society**. Oxford: Blackwell, 1987. 275p.

MARTINEZ-ALIER, J. **The environmentalism of the poor: a study of ecological conflicts e valuation**. Johannesburg: Oxford U.P. Delhi, 2002. 56 p.

MARTINEZ-ALIER, J. The EROI of agriculture and its use by the Via Campesina. **The Journal of Peasant Studies**, London, v. 38, n.1, p. 145-160, 2011. Disponível em <https://doi.org/10.1080/03066150.2010.538582>. Acesso em: 02 jan. 2019.

MARX, K. **Capital: a critique of political economy**. London: Penguin Books, 1981. v.3, 645p.

MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. **Hydrology and Earth System Sciences**, Netherlands, n. 15, p.1577-1600, 2011. Disponível em: <https://doi.10.1162/108819800300106357>. Acesso em: 16 abr. 2018.

MERCURE, J. F. *et al.* System complexity and policy integration challenges: the Brazilian energy- water-food nexus. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, p. 230-243, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.01.045>. Acesso em: 04 jun. 2019.

MINITAB. Companion by Minitab, Salford Predictive Modeler, SPM. Version 16.1.0. Disponível em: <http://www.minitab.com>. Acesso em: 15 abr. 2018.

MO, W. *et al.* Embodied energy comparison of surface water and groundwater supply options. **Water Research**, Florida, p. 5577-5586, 2011. Disponível em: <https://doi.10.1016/j.watres.2011.08.016>. Acesso em: 05 ago. 2019.

MOM, R. **A high spatial resolution analysis of the water footprint of global rice consumption**. Master thesis: International Rice Research Institute. Netherlands: University of Twente, Enschede, 2007. 136 p.

MOORE, D. S. **The basic practice of statistics**. New York: W.H. Freeman and Company, 2007. 691 p.

MOORE, D. S.; McCABE, G. **Introduction to the practice of statistics**. New York: W.H. Freeman and Company, 2004. 216 p.

MORAES-SANTOS, E. C.; SANTOS, H. Distribuição espacial das comunidades de pescadores no parque estadual de Ilhabela: as 17 comunidades e o levantamento planialtimétrico e cadastral da área. **Sodebras**, Foz do Iguaçu, p. 47-52, jun. 2016. Disponível em: <http://www.sodebras.com.br/edicoes/n129.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2018.

MURRAY-DARLING BASIN AUTHORITY. **Water markets and trade**, 2019. Disponível em: <https://www.mdba.gov.au/managing-water/water-markets-and-trade>. Acesso em: 13 jan. 2019.

NAMANY, S.; AL-ANSARI, T.; GOVINDAN, R. Sustainable energy, water and food nexus systems: a focused review of decision-making tools for efficient resource management and governance. **Journal of Clean Production**, v. 225, p. 610-626, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.304>. Acesso em: 05 mar. 2019.

NASCIMENTO, G. **Areias: berço do café no Vale do Paraíba Paulista**. Rio de Janeiro: Editora Abril, 2004. 132 p.

NOBRE, M.; HORA, K. **Atlas de las mujeres rurales de américa latina y el caribe: al tiempo de la vida y los hechos**. Santiago do Chile: FAO, 2017. 82 p. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 11 abr. 2018.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Rumo a um desenvolvimento sustentável: indicadores ambientais**. Salvador: Centro de Recursos Ambientais, 2002. 244 p. (Série Cadernos de Referência Ambiental).

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Cálculos da OCDE: base de Índice de Vida Melhor 2017**. 2018. 63 p.

ODUM, H. T. **Environment, power, and society**. Carolina: University of North Carolina. Chapel Hill, 1970. 331 p.

ODUM, H. T.; ODUM, E. C. **O declínio próspero: princípios e políticas**. São Paulo: Vozes, 2001. 408 p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - OECD/FAO. **Perspectivas agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira**. Paris, 2015. 54 p. Disponível em: [http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2015\\_agr\\_outlook-2015-en](http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2015_agr_outlook-2015-en). Acesso em: 14 nov. 2015.

OGBAZI, J. U. Alternative planning approaches and the sustainable cities programmer in Nigeria. **Habitat International**, Nigeria, v. 1, n. 40, p.109-118, 2013. Disponível em: [www.elsevier.com/locate/habitant](http://www.elsevier.com/locate/habitant). Acesso em: 27 jun. 2017.

OKADERA, Tomohiro *et al.* Evaluating the water foot print of the energy supply of Liaoning Province, China: a regional input–output analysis approach. **Energy Policy**, Japan, p. 148-157, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.12.029>. Acesso em: 13 jan. 2018.

OLIVEIRA, A. M. S. **Depósitos tecnogênicos associados à erosão atual**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 1990, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: ABGE, 1990. v.1. p. 411-415.

UNITED NATIONS ORGANIZATION – ONU. Policy Recommendations. In: THE WATER, ENERGY AND FOOD SECURITY NEXUS SOLUTIONS FOR A GREEN ECONOMY, BMZ, 2011, Bonn, **Proceedings [...]**. German: German Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (BMU) and the German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development (BMZ), 2011. 26 p.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando nosso mundo: agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Centro de Informações das Nações Unidas, 2015. 41 p. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org>. Acesso em: 04 out. 2016.

ORAMS, M. Marine tourism: development, impacts, and management. **Routledge**, New York, 1999. 115 p. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/jtr.271>. Acesso em: 02 dez. 2019.

PAULILO, M. I. S. Fome e mulheres rurais. **Revista de Ciências Sociais**. Rio de Janeiro, p. 285-310, 2013.

PIAO, S.; CIAIS, P.; HUANG, Y. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. **Nature**, v. 467, p. 43-51, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nature09364>. Acesso em: 27 ago. 2017.

PITTOCK, J. *et al.* Tackling trade-offs in the nexus of water, energy and food. **Aquatic Procedia**, v. 5, p. 58-68. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.10.008>. Acesso em: 21 jun. 2018.

PONÇANO, W. L. *et al.* **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1981. 94 p.

PAPAGEORGIOU, M. Coastal and marine tourism: a challenging factor in marine spatial planning. **Ocean & Coastal Management**, Greece, p. 44-48, 2016.

POSTUMA, F. A.; GASALLA, M. A. On the relationship between squid and the environment: artisanal jigging for *Loligo plei* at São Sebastião Island (24° S), southeastern Brazil. **ICES Journal of Marine Science**, Dauphin Island, v. 67, p.1353-1362, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsq105>. Acesso em: 12 out. 2017.

POULON, J.; MARTINS NETO, J. Pequenas centrais hidrelétricas: histórico e perspectivas, In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS E MÉDIAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS, 2., 2000, Canela. **Anais eletrônicos [...]**. Canela/RS, 2000.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Atlas do desenvolvimento humano no Brasil 2017**. São Paulo: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017. 128p.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Calculo do IDHM com base em dados dos censos do IBGE de 1991, 2000 e 2010**. São Paulo, 2010. 12 p.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1990. v. 3. 549 p.

QUIJANO, M. A. F. Cambios en las relaciones de género en los territorios rurales: aportes teóricos para su análisis y algunas hipótesis. **Cuadernos de Desarrollo Rural**, Santafé de Bogotá, v. 61, p.71-91, 2008.

REYERS, B. *et al.* Essential variables help to focus sustainable development goals monitoring. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, p. 97-105, 2017. Disponível em: <https://doi.10.1016/j.cosust.2017.05.003>. Acesso em: 12 mar. 2019.

RADAMBRASIL. **Projeto Radam Brasil**, Rio de Janeiro. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=217129>. Acesso em: 02 nov. 2018.

REYMÃO, A. E.; SABER, B. A. Acesso à água tratada e insuficiência de renda duas dimensões do problema da pobreza no Nordeste brasileiro sob a óptica dos objetivos de desenvolvimento do milênio. **Revista Ibero-americana de Economia Ecológica**, Pará, p. 1-15, 2015. Disponível em: [http://www.redibec.org/IVO/rev12\\_01.pdf](http://www.redibec.org/IVO/rev12_01.pdf). Acesso em: 04 jan. 2017.

RIBAS, M. C. **A história do caminho do ouro em Paraty**. Rio de Janeiro: Contest Produções Culturais, 2003. 143 p.

RICARDO, D. **Princípios de economia política e tributação**. São Paulo: Abril Cultural, 1982. 301 p.

RIBEIRO, S. M. **O processo de construção do plano de segurança alimentar e nutricional no município de São Paulo/SP: participação e intersetorialidade na elaboração de uma política pública local promotora de saúde**. 2018. 183 f. Tese (Doutorado em Serviços de Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Regional, Abastecimento e Pesca. Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro. **Relatórios 2008 a 2018**. Rio de Janeiro, 2018. 174 p.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Lei n. 15.223, de 5 de outubro de 2018. Institui a Política Estadual de Desenvolvimento Sustentável da Pesca no Estado do Rio Grande do Sul e cria o Fundo Estadual da Pesca. **Diário Oficial do Estado**, Rio Grande do Sul, RS, 2018.

ROHDE, G. M. **Epistemologia ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 1996. 231p.

ROZO, J. D. R. **Metabolismo social: hacia la sustentabilidad de las transiciones socio ecológicas urbanas**. 2013. 155 f. Tese (Doctorado em Ciências Económicas) – Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2013.

RUY, M.; ALLIPRANDINI, D. H. Métodos para a avaliação ambiental de produtos no projeto conceitual, uma revisão da literatura. **Maturidade e desafios da engenharia de produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente**. São Carlos: Enegep, 2010. p. 1-11.

SAMPAIO, M. F. A. **Análise comparativa do consumo de alimentos**: América Latina e União Europeia. 2001. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

SÃO PAULO (Estado). Lei n. 9.034, de 27 de dezembro de 1994. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei n. 7.663, de 30/12/91, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos - PNRH. **Diário Oficial do Estado**, São Paulo. SP, 27 dez. 1994.

SÃO PAULO. Comitê de Bacias Hidrográficas. Secretaria do Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas**: Serra da Mantiqueira. 2014. Disponível em: <http://www.comitesm.sp.gov.br/index.php>. Acesso em: 06 jun. 2016.

SÃO PAULO. Empresa de Pesquisa Energética - EPE. Ministério de Minas e Energia - MME. **Anuário estatístico de energia elétrica 2015**. 2015a. 232 p. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/AnuarioEstatisticodeEnergiaEletrica/Forms/Anurio.aspx>. Acesso em: 10 out. 2017.

SÃO PAULO. Portal de Estatísticas do Estado de São Paulo. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Consumo de energia elétrica**. 2015b. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/consumo-de-energia-eletrica-no-estado-de-sao-paulo-aumenta-417-em-dez-anos/>. Acesso em: 27 jun. 2017.

SÃO PAULO (Estado). **Plano municipal integrado de saneamento básico do município de Cunha**. 2017. 212 p. Disponível em: <http://www.cunha.sp.gov.br/>. Acesso em: 21 out. 2017.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia e Mineração. **Resumo executivo**: energia elétrica. 2018a. 44 p. (Série Informações Energéticas, 4). Disponível em: [http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalicev2/intranet/BiblioVirtual/eletrica/Resumo\\_Executivo\\_EE.pdf](http://dadosenergeticos.energia.sp.gov.br/portalicev2/intranet/BiblioVirtual/eletrica/Resumo_Executivo_EE.pdf). Acesso em: 14 jul. 2018.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Abastecimento e Pesca do município de Ubatuba. **Dados de uso de água e energia elétrica para produção de pescado**. 2018b.

SÃO PAULO (Estado). Instituto de Pesca - IP. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **Produção pesqueira marinha e estuarina do estado de São Paulo**. 2019a. Disponível em: <http://www.propesq.pesca.sp.gov.br/>. Acesso em: set. 2019.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia do Estado de São Paulo. **Matriz energética do Estado de São Paulo**: 2005/2035. Plano Nacional de Energia, PNE 2030. São Paulo, 2019b. 2004 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Instituto de Economia Agrícola. **Estatística da produção Paulista**, São Paulo. 2019c. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/>. Acesso em: 05 out. 2019.

SDG. **A/RES/71/313 E/CN.3/2018/2**: global indicator framework for the sustainable development goals and targets of the 2030. Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations Statistical Commission, 2018. 21 p.

SEAP. Secretaria de Agricultura e Pesca. **Produção pesqueira**. Ministério da Economia. 2018. Disponível em <http://www.mdic.gov.br/>. Acesso em: 23 jun. 2018.

SEI. **Long range energy alternatives planning system**. LEAP software. 2013. Stockholm Environment Institute. LEAP tool: computer software. Disponível em: <https://www.sei.org/projects-and-tools/tools/leap-long-range-energy-alternatives-planning-system/>. Acesso em 15 abr. 2017.

SEI. **Water evaluation and planning**. WEAP software, 2014. Stockholm Environment Institute. WEAP tool computer software. Disponível em: <http://www.weap21.org/index.asp?action=200>. Acesso em: 10 out. 2018.

SILVA, J. S. (ed.). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, MG. Aprenda fácil, 2008. 19 p.

SILVA, L. F. T. C. **Análise da suscetibilidade à erosão ao longo da RJ-165: estrada Paraty-Cunha**. 2014. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

SERRACIMA. **Produção agrícola: agricultura orgânica no município de Cunha**. Cunha, 2018.

SMITH, A; RAVEN, R. What is prospective space? reconsidering niches in transition to sustainability. *Research Policy*. v. 41, p. 1025-1036. 2012. Disponível em: <https://EconPapers.repec.org/RePEc:ein:tuecis:1105>. Acesso em: 16 fev. 2017.

SOARES, P. V. **As inter-relações de elementos do meio físico natural e modificado na definição de áreas potenciais de infiltração na porção paulista da bacia do Rio Paraíba do Sul**. 2005. 169f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SOFIA. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Food security and livelihoods assessment of fisher and agro-pastoralist households in the world**. New York, 2018. 49 p.

SOUZA, J. L. (org.). **Agricultura orgânica: tecnologia para a produção de alimentos saudáveis**. Vitória – ES: Instituto Capixaba de Pesquisa - INCAPER, 2014. 371 p.

SPIEGEL, M.R. **Estatística**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1993. 644 p.

STATISTICS DIVISION. **Fundamental principles of official statistics**, 1994. Disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/methods/statorg/default.htm>. Acesso em: 26 jun. 2016.

SUBHADRA, B.G. Macro-level integrated renewable energy production schemes for sustainable development. **Energy Policy**. v. 39, p.2193-2196, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.019>. Acesso em: 19 fev. 2017.

SYMPOSIUM MARINE CONSERVATION BIOLOGY. SMCB. *In*: BOTTOM TRAWLING, THE WORLD'S MOST SEVERE AND EXTENSIVE SEAFLOOR DISTURBANCE AT THE AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE ANNUAL MEETING. **Dragnet. Proceedings** [...]. Hawaii. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080215121207.htm>. Acesso em: 21 dez. 2019.

TERRAPON-PFAFF, J. *et al.* Energizing the WEF nexus to enhance sustainable development at local level. **Journal of Environmental Management**, Germany, p. 409-416, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.037>. Acesso em: 01 abr. 2019.

TRAVALINE, K. **Urban agriculture**: enhancing food democracy in Philadelphia. 2008. 129 f. Master (Master of Science in Science, Technology, and Society) - Faculty of Drexel University, Philadelphia, 2008.

UNHCR. The UN refugee agency. **Desperate journeys**. 2018. Disponível em: <https://www.unhcr.org/desperatejourneys/>. Acesso em: 01. dez. 2019.

UNITED KINGDOM. Ghassem Asrar. UN Environment (org.). **Global environment outlook geo-6 healthy planet, healthy people**: the sixth global environment outlook (GEO-6). United Kingdom: Cambridge University Press, 2019. 745 p.

UN. **Road map towards the implementation of the united nations millennium declaration**. Report of the Secretary-General, fifty-sixth session, 2001. Disponível em: <http://www.un.org/millenniumgoals/sgreport2001.pdf?OpenElement>. Acesso em: 13 jun. 2017. Acesso em: 03 mar. 2018.

UNITED NATIONS. Department of economic and social affairs and population division. (org.). **World urbanization prospects**: the 2014 revision, methodology. New York: Working paper n. ESA/P/WP.238, New York: 2014. 20p.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **World population prospects**: the 2017 revision, key findings and advance tables. New York: Working paper n. ESA/P/WP/248. New York: 2017a.

UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **Work of the statistical commission pertaining to the 2030 agenda for sustainable development. 2030 Agenda for sustainable development**. New York: Reaffirming its resolution 70/1 of 25 September 2015, by which the General Assembly adopted the 2030 Agenda for Sustainable Development. Resolution n. 71/313, jul. 6, 2017. New York: 2017b.

VAN NOORDWIJK, M. *et al.* SDG synergy between agriculture and forestry in the food, energy, water and income nexus: reinventing agroforestry? **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Netherlands, v. 34, p. 33-42. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.09.003>. Acesso em: 11 jan. 2019.

VANHAM, D. *et al.* 2019. Environmental footprint family to address local to planetary sustainability and deliver on the SDGs. **Science Total Environmental**, v. 693, p. 1-12. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133642>. Acesso em: 21 dez. 2019.

VELTZ, P. **Mondialisation, villes et territoires, l'économie d'archipel**. Paris: Universitaires de France, 1996. 264 p.

VIEIRA, R. H. S. F. **Microbiologia, higiene e qualidade do pescado: teoria e prática**. São Paulo: Varela, 2004. 380 p.

VITALE, S. P. S. M. **Gestão da bacia do rio Paraíba do Sul e políticas urbanas e ambientais: uma integração possível**. 2014. 326 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

VOSTI, S.; REARDON, T. (ed.). **Sustainability, growth, and poverty alleviation: a policy and agroecological perspectives**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1997. 407 p.

WASHINGTON. Office of Energy Analysis. U.S. Energy Information Administration. **Annual Energy Outlook 2019: with projections to 2050**. Washington. 2019. 83 p.

WALKER, R. V. *et al.* The energy-water-food nexus: Strategic analysis of technologies for transforming the urban metabolism. **Journal of Environmental Management**, [s.l.], v. 141, p.104-115, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman>. Acesso em 17 dez. 2017.

WANG, W.; DING, Y.; SHAO, Q. Bayesian multi-model projection of irrigation requirement and water use efficiency in three typical rice plantation regions of China based on CMIP5. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam. v. 232, p. 89-105, 2017.

WBGU. German Advisory Council on Global Change. **Development and justice through transformation: the four big 'I's**. Special Report. Berlin, 2016. 52 p.

WICHELNS, D. Virtual Water: a helpful perspective but not a sufficient policy criterion. **Water Resource Management**, v. 24, p. 2203-2219, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s11269-009-9547-6>. Acesso em: 13 ago. 2017.

WILLEMS, E. C. **Tradição e transição em uma cultura rural do Brasil**. São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1947. 240 p.

WORD BANK. **World development indicators**. 2018. Disponível em: <https://data.worldbank.org/>. Acesso em: fev. 2019.

WOLMAN, A. The metabolism of cities. **Scientific American**. 1965. 174 p.

WWAP. United Nations World Water Assessment Programme. **The united nations world water development report 2015: water for a sustainable world**. Paris, 2015. 139 p. Disponível em: <http://www.unwater.org>. Acesso em: 03 dez. 2018.

ZHANG, P. *et al.* Food-energy-water (FEW) nexus for urban sustainability: a comprehensive review. **Resources, Conservation & Recycling**. Beijing, China, p. 215-224, 2018. Disponível em: <https://doi.10.1016/j.resconrec.2018.11.018>. Acesso em: 09 jul. 2019.

ZWART S. J; BASTIAANSEN, W.G.M. Reviewed of measured crop productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize. **Agricultural Water Management**. v. 69, p. 115-133, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2004.04.007>. Acesso em: 13 mar. 2018.

## ANEXO

### ANEXO A - Como é calculado o IDHM no Brasil?

Segundo ATLAS BRASIL (2019), os três países com os maiores IDH, classificados como “muito alto desenvolvimento humano” em ordem decrescente são, em primeiro a Noruega (0,944), em segundo a Austrália (0,935) e em terceiro lugar a Suíça (0,930), o Brasil aparece na segunda classificação “alto desenvolvimento humano”, em 75º. Lugar (0,755), as classificações que seguem são “médio desenvolvimento humano”, “baixo desenvolvimento humano” e “outros países e territórios”, sendo que a construção da metodologia de cálculo do IDHM teve como objetivo adequar a metodologia do IDH Global para:

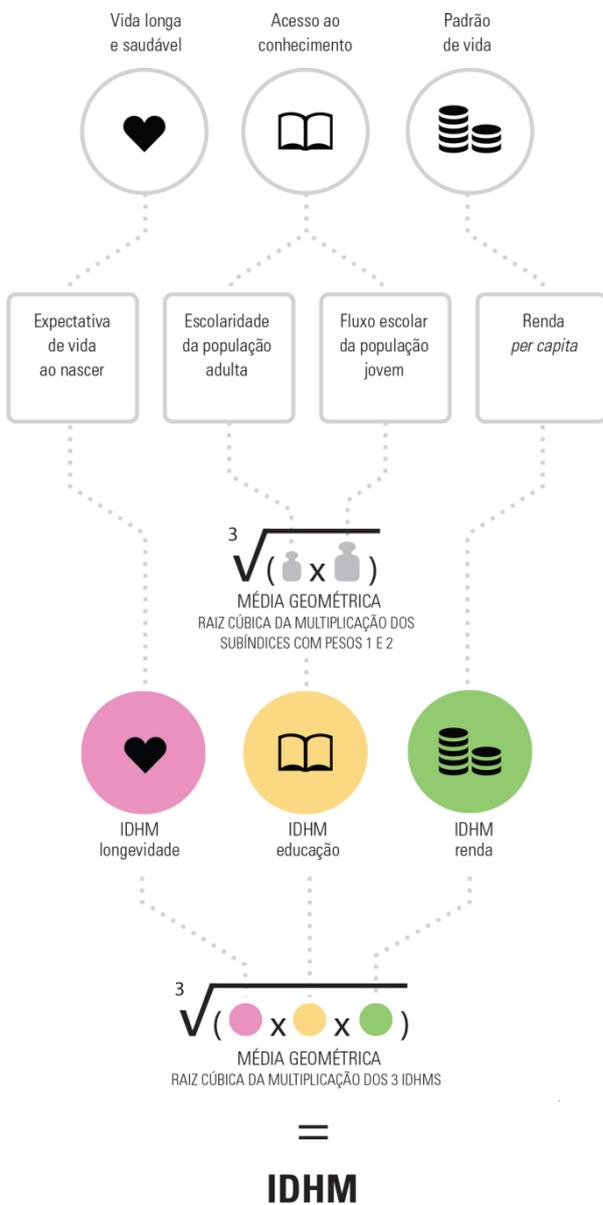
- a) Ajustar a metodologia ao contexto brasileiro, buscando indicadores mais adequados para avaliar as condições de núcleos sociais menores - os municípios.
- b) Adaptar a metodologia do IDH Global aos indicadores disponíveis nos Censos Demográficos brasileiros, de forma a garantir mesma fonte de dados e comparabilidade entre todos os municípios.

**Vida longa e saudável** é medida pela expectativa de vida ao nascer, calculada por método indireto, a partir dos dados dos Censos Demográficos do IBGE. Esse indicador mostra o número médio de anos que uma pessoa nascida em determinado município viveria a partir do nascimento, mantidos os mesmos padrões de mortalidade.

**Acesso a conhecimento** é medido por meio de dois indicadores. A escolaridade da população adulta é medida pelo percentual de pessoas de 18 anos ou mais de idade com ensino fundamental completo - tem peso 1. O fluxo escolar da população jovem é medido pela média aritmética do percentual de crianças de 5 a 6 anos frequentando a escola, do percentual de jovens de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental, do percentual de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo e do percentual de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo - tem peso 2. A medida acompanha a população em idade escolar em quatro momentos importantes da sua formação. Isso facilita aos gestores identificar se crianças e jovens estão nas séries adequadas nas idades certas. A média geométrica desses dois componentes resulta no IDHM Educação. Os dados são do Censo Demográfico do IBGE.

**Padrão de vida** é medido pela renda municipal *per capita*, ou seja, a renda média dos residentes de determinado município. É a soma da renda de todos os residentes, dividida pelo número de pessoas que moram no município – inclusive crianças e pessoas sem registro de renda. Os dados são dos Censos Demográficos do IBGE. A seguir um fluxograma representativo de como é calculado o IDHM no Brasil.

## Fluxograma IDHM no Brasil



Fonte: (ATLAS BRASIL, 2019).