

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS, AMBIENTAIS E DE
TECNOLOGIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO EM SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA
URBANA

SERGIO MORATORI FILHO

AVALIAÇÃO DA GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO
EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE APLICANDO O
MÉTODO MULTICRITÉRIO SAW

CAMPINAS

2020

SERGIO MORATORI FILHO

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO
EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE APLICANDO O
MÉTODO MULTICRITÉRIO SAW**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana, ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas de Infraestrutura Urbana - CEATEC da Pontifícia Universidade Católica de Campinas.

Orientadora: Prof.^a Dra. Sueli do Carmo Bettine (até 16/12/2019)

CAMPINAS

2020

Ficha catalográfica elaborada por Fabiana Rizziolli Pires CRB 8/6920
Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI - PUC-Campinas

628.4
M831a

Moratori Filho, Sergio

Avaliação da gestão do saneamento básico em municípios de pequeno porte aplicando o Método Multicritério SAW / Sérgio Moratori Filho. - Campinas: PUC-Campinas, 2020.

104 f.: il.

Orientador: Sueli do Carmo Bettine.

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2020.

Inclui bibliografia.

1. Saneamento. 2. Abastecimento de água. 3. Processo decisório por critério múltiplo. I. Bettine, Sueli do Carmo. II. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias. Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana. III. Título.

SERGIO MORATORI FILHO

**AVALIAÇÃO DA GESTÃO DO SANEAMENTO BÁSICO
EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE APLICANDO O
MÉTODO MULTICRITÉRIO SAW**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana do Centro de Ciências Exatas, Ambientais e de Tecnologias da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana.
Área de Concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.
Orientador (a): Prof. (a). Dr. (a). Sueli do Carmo Bettine até 16/12/2019.

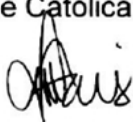
Dissertação defendida e aprovada em 27 de fevereiro de 2020 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Profa. Dra. Lia Lorena Pimentel
Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Prof. Dr. Rodrigo Custódio Urban
Pontifícia Universidade Católica de Campinas



Profa. Dra. Laura Maria Canno Ferreira Fais
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

Dedico este trabalho aos meus pais

Sergio e Renata

Sem eles nada disso seria possível

Agradecimentos

À Deus,

Por me dar saúde para viver cada dia, força para lutar por meus ideais e fé para vencer e alcançar meus sonhos.

Aos meus pais Sergio Moratori e Renata Vieira da Silva Moratori, minha irmã Maria Carolina Moratori Perego e minha tia Nizete Aparecida Moratori,
Por todo apoio, amor, paciência e incentivo na minha jornada.

Ao meu sobrinho Otávio Moratori Perego

Mesmo não entendendo ainda, me tranquilizava nos piores momentos com apenas um sorriso.

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Sueli do Carmo Bettine,

Que foi incentivadora do trabalho, mestre me ajudando, amiga para me “puxar” para a realidade, paciente para me entender e uma profissional excepcional que levarei comigo pro resto da vida.

Aos Professores Antônio Ângelo Lorenzino, Laura Maria Canno Ferreira Fais e

Victor de Barros Deantoni.

Por me apresentarem a área do conhecimento da engenharia que eu me apaixonei.

A todos os Professores da PUC Campinas, em especial, aos do Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana,

Por todo apoio e incentivo nessa jornada.

A todos os funcionários da PUC Campinas,

Por toda atenção e auxílio em tudo que precisei no meu tempo na Universidade.

À Pontifícia Universidade Católica de Campinas,

Por toda infraestrutura fornecida, bolsa concedida e excelência que rege sua instituição

Meus sinceros agradecimentos a todos vocês.

*“Live today, love tomorrow, unite forever.
The clock is running. Make the most of today.
Time waits for no man. Yesterday is history.
Tomorrow is a mystery. Today is a gift.
That`s why it is called the present”
(Tomorrowland, 2014)*

RESUMO

(MORATORI FILHO, Sergio. *Avaliação da Gestão do Saneamento Básico em Municípios de Pequeno Porte Aplicando o Método Multicritério SAW*.104p, 2020. Dissertação de mestrado (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) – Programa de Pós Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2020.)

A universalização do saneamento é almejada por todos os governos e um dos objetivos da ONU, mas para isso a gestão do saneamento básico é de suma importância para que o mesmo atinja não só níveis satisfatórios, mas abranjam toda a população e tenha sua sustentabilidade. A falta de água que o país vem sofrendo nos últimos anos “acendeu” novamente a chama para a gestão do saneamento e nesse contexto que esse trabalho tem como objetivo avaliar comparativamente a gestão dos serviços das concessionárias de saneamento básico através do banco de dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. Como estudo de caso foram escolhidos pequenos municípios inseridos na Unidade de gerenciamento de recursos hídricos de número 5 pertencentes as bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ), por ser uma área de grande importância para o país, para tal foi aplicado o método multicritério *Simple Additive Weighting* método que pontua as opções através de critérios pré-estabelecidos, ao final, nos resultados é apresentado o *ranking* dos municípios estudados, das melhores as piores gestões de saneamento e constatou-se que mesmo as melhores gestões tem aspectos a serem melhorados para chegar aos níveis desejados internacionalmente.

Palavras chave: água, gestão de saneamento básico, método multicritério

ABSTRACT

(MORATORI FILHO, Sergio. *Evaluation of Basic Sanitation Management in Small Cities Using the SAW Multicriteria Method*. 104p, 2020. Dissertação de mestrado (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) – Programa de Pós Graduação em Sistemas de Infraestrutura Urbana, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2020.)

Universalization of Sanitation is pursued by all governments and it is one of the objectives of the UN, but for that the management of basic sanitation is of paramount importance, because it should reach not only satisfactory levels, but cover the entire population with sustainability. The shortening of water that the country has been suffering in the last few years "lit" the flame for sanitation management again and in this context, this work aims to evaluate comparatively the management of the services of basic sanitation concessionaires through the System's database National Sanitation Information. As a case study, small cities inserted in water resources management unit number 5 belonging rivers basins of Piracicaba, Capivari e Junidaí (PCJ), were chosen because it comprises an area of great importance for the country. Multicriteria Simple Additive Weighting method was applied, which punctuates the options through pre-established criteria, and, the results show the ranking of the municipalities studied, from the best to the worst sanitation managements and it was found that even the best managements have aspects to improve in order to reach the internationally desired levels .

Key-Words: water, basic sanitation management, multicriteria method

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	iii
LISTA DE TABELAS.....	iv
LISTA DE EQUAÇÕES.....	v
LISTA DE SIGLAS.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
3.1 Água.....	4
3.2 Disponibilidade hídrica no Brasil.....	10
3.3 Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Número 5 - UGRHI-5 e o PCJ.....	12
3.4 Perdas de água nos sistemas de abastecimento.....	21
3.5 Gestão de Saneamento.....	24
3.6 Indicadores.....	25
3.7 Métodos Multicritério.....	26
3.8 O Método <i>Simple Additive Weighting (SAW)</i>	28
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
4.1 Base de Dados.....	32
4.2 Indicadores.....	32
4.3 Tamanho da População.....	36
4.4 Área de Estudo.....	37
4.5 Apresentação da região e municípios estudados a partir dos dados do SNIS 2017.....	39
4.5.1 Brasil.....	39
4.5.2 Região Sudeste.....	39
4.5.3 São Paulo.....	39
4.5.4 Minas Gerais.....	40
4.5.5 Cidades estudadas.....	40
5 APLICAÇÃO DO MÉTODO.....	58
5.1 Método SAW usando pesos Diferentes.....	58
5.2 Método SAW usando os Pesos Iguais.....	68
5.3 Análise Cluster.....	69
6 RESULTADOS.....	70
6.1 Resultados do Método SAW com Pesos de Critérios Diferentes.....	70

6.2	Resultado do Método SAW com Pesos Iguais de Critérios.	71
7	ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES	74
7.1	Análise com pesos diferentes.....	74
7.1.1	Grupo 1.....	76
7.1.2	Grupo 2.....	77
7.1.3	Grupo 3.....	78
7.1.4	Grupo 4.....	79
7.1.5	Grupo 5.....	80
7.2	Análise com pesos iguais	80
7.2.1	Grupo 1.....	83
7.2.2	Grupo 2.....	83
7.2.3	Grupo 3.....	84
7.2.4	Grupo 4.....	85
7.2.5	Grupo 5.....	86
8	CONCLUSÃO	87
9	REFERENCIAS	89
	Anexos	97
	Anexo 1- Discriminação de valores para cada um dos critérios	98
	Anexo 2 - Software Action Stat 3.....	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de Água.....	4
Figura 2- Demandas de Usos Consuntivos por Finalidade - Brasil 2017	7
Figura 3- Processo de Autodepuração de Cursos D'água.	8
Figura 4 - Impacto Anual Médio	9
Figura 5- Relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica nos principais rios brasileiros	11
Figura 6- Bacias do PCJ e Sub-Bacias	13
Figura 7 - Sistema Cantareira	16
Figura 8- Mapa Enquadramento dos corpos D'água.....	19
Figura 9 - Disponibilidade Hídrica per capita em m ³ /ano.....	20
Figura 10- Estrutura hierárquica do modelo AHP e SAW.....	29
Figura 11 - Dendrograma Cluster (Pesos Diferentes)	76
Figura 12 - Dendrograma Cluster (Pesos iguais)	82
Figura 13 - Interface Excel- Action Stat3.....	101
Figura 14 - Interface - Análise multivariada.....	102
Figura 15 - Interface, Análise de Agrupamento	102
Figura 16 - Janela Análise Agrupamento (Cluster).....	103
Figura 17 - Janela Análise Agrupamento Preenchida	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estimativa de População dos municípios da UGRHI-05/PCJ.....	14
Tabela 2- Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2017, segundo estado, região e Brasil.....	23
Tabela 3 - Métodos Multicritérios	27
Tabela 4- Escala numérica de Saaty.....	30
Tabela 5 - Escala de 1 a 5.....	30
Tabela 6- Indicadores e Parâmetros	35
Tabela 7- Número de municípios por Classe de Tamanho da População Brasil/2018	36
Tabela 8- Projeção de População dos municípios da UGRHI-05/SP com até 50 mil habitantes.	37
Tabela 9 – Síntese dos valores dos Indicadores para cada Município.....	57
Tabela 10- Trabalhos Base para Pesos dos Critérios.	58
Tabela 11 - Matriz por pares de Critérios	59
Tabela 12 - Matriz por Pares de Critérios com Somatório.....	60
Tabela 13 - Matriz por Pares de Critérios Normalizada.....	60
Tabela 14 - Índices de Consistência Aleatória	62
Tabela 15 – Matriz decisão (valor na Escala de SAATY).....	63
Tabela 16 - Matriz Decisão (em escala normalizada)	65
Tabela 17 - Pesos de Critérios Normalizados	66
Tabela 18 - Resultados do Método SAW	67
Tabela 19 - Resultados do Método SAW para pesos Iguais	68
Tabela 20- Colocação dos Municípios	70
Tabela 21 - Colocação dos Municípios para Critérios Iguais	72
Tabela 22 - Agrupamento Método Hierárquico com pesos diferentes.....	75
Tabela 23 - Agrupamento Método Hierárquico com pesos iguais	81

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Formula para cálculo resultado SAW.....	31
Equação 2 - Formula para cálculo (IN055).....	32
Equação 3 - Formula para cálculo (IN049).....	33
Equação 4 - Formula para cálculo (IN056).....	33
Equação 5 - Formula para cálculo (IN016).....	34
Equação 6 - Formula para cálculo (IN004).....	34
Equação 7 - Equação de cálculo do Autovalor.....	61
Equação 8 - Equação do Índice de consistência	61
Equação 9 - Equação da Taxa de consistência	62
Equação 10 - Equação para calculo matriz decisão normalizada para critério positivo (AFSHARI, 2010)	64
Equação 11 - Fórmula para cálculo do resultado do Método SAW	66
Equação 12 - Equação para cálculo de intervalo de critério.....	98

LISTA DE SIGLAS

AHP - *Analytic Hierarchy Process*

ANA - Agência Nacional das Águas

CAGEPA - Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

EMBASA - Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A.

FERROBAN - Ferrovias Bandeirantes S/A

FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

FUNDACE - Fundação para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração,
Contabilidade e Economia

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

PCJ – Rios Piracicaba, Capivari, Jundiá

PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos

PIB - Produto Interno Bruto

PLANASA – Plano Nacional de Saneamento

SAAE - Serviço Autônomo de Água e Esgoto

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná

SAW – *Simple Additive Weighting*

SigRH - SP - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do
Estado de São Paulo

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

ODS – Objetivo de Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

UGRHI-5 - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Número 5 do
Estado de São Paul

1. INTRODUÇÃO

Várias regiões do Brasil passaram (e estão passando) por uma crise hídrica, ainda que o país possua aproximadamente 12% das águas doces superficiais do mundo segundo o Caderno de Recursos Hídricos do GeoBrasil (ANA, 2007).

Essa crise, além de fatores climáticos, se dá pelo mau uso das águas, pelos desperdícios e pela má gestão por parte dos municípios. Conseqüentemente os termos: escassez hídrica, desabastecimento, racionamento de água, gestão de recursos hídricos se tornaram corriqueiros em todos os meios de comunicações.

Quando se pensa na água usada no dia-a-dia, remete-se ao saneamento básico que segundo a LEI N°11.445/2007 (BRASIL, 2007a), engloba abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto, resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais.

Assim, os dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) são, a cada dia, mais relevantes e de extrema necessidade para os gestores de recursos hídricos. Os dados referentes ao ano de 2017 apresentam que as perdas físicas de água estão em 38,3% em média nacional, tendo municípios onde as perdas ultrapassam os 80%.

Má administração falta de conhecimento técnico, problemas de comunicação são enfrentados pelas equipes de gestão de saneamento em todo o país.

As diversas classes de uso das águas geram uma concorrência pelo seu uso, seja para a infraestrutura social, como bem de consumo final (abastecimento da população), para a agricultura e aquicultura, como bem de consumo intermediário (condições ambientais adequadas para o desenvolvimento de espécies animais e vegetais de interesse comum) ou para o setor industrial, como bem intermediário para atividades e processamentos industriais.

Segundo o documento “Conjuntura de Recursos Hídricos do Brasil 2018” os valores de retirada de água dos mananciais é apresentado no ranking

de retirada onde: 52% é para a Irrigação, 25,5% para abastecimento da população (Urbana + Rural), 9,1% para o setor Industrial e os outros usos que são abastecimento animal, mineração e termoelétricas somam 13,4%.

Quanto a utilização de água o ranking mantém as mesmas posições, mas como valores diferentes onde: a Irrigação utiliza 68,4% da água consumida no país, o abastecimento da população 11%, a indústria 8,8% e os outros usos somam 11,8% do consumo (ANA, 2018).

Para abastecimento da população é destinada uma pequena parte da água utilizada no país (11%) e uma grande parte é desperdiçada. BRAGA *et al.*(2005) afirmam que o abastecimento humano é considerado o mais nobre em virtude do ser humano depender da água, em quantidade e qualidade adequada à sua sobrevivência e por isso uma boa gestão, assim como a conscientização da população são fundamentais para ter um uso mais racional e sustentável.

A importância da gestão do saneamento tem varias vertentes: a sustentabilidade no meio-ambiente, a saúde pública e a fatores econômicos, portanto ela afeta a vida de todos direta ou indiretamente.

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Número 05 (UGRHI-05), também conhecida como Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) uma das regiões mais importantes do Brasil devido ao seu desenvolvimento econômico, que representa cerca de 7% do Produto Interno Bruto (PIB) Nacional (AGÊNCIA DAS BACIAS DO PCJ, 2019) e que também vem sofrendo com a escassez hídrica, com uma oferta de água *per capita* 35% menor que valores mínimos estipulados pelo Comitê do PCJ.

Não importa em que parte do Brasil ou o tamanho do município, todos enfrentas problemas de saneamento. Com o recorte de pequenos municípios representando mais de 80% dos municípios brasileiros (uma grande representatividade) e sendo estes, onde os investimentos e receitas são mais escassos, se tem uma grande representatividade.

2. OBJETIVO

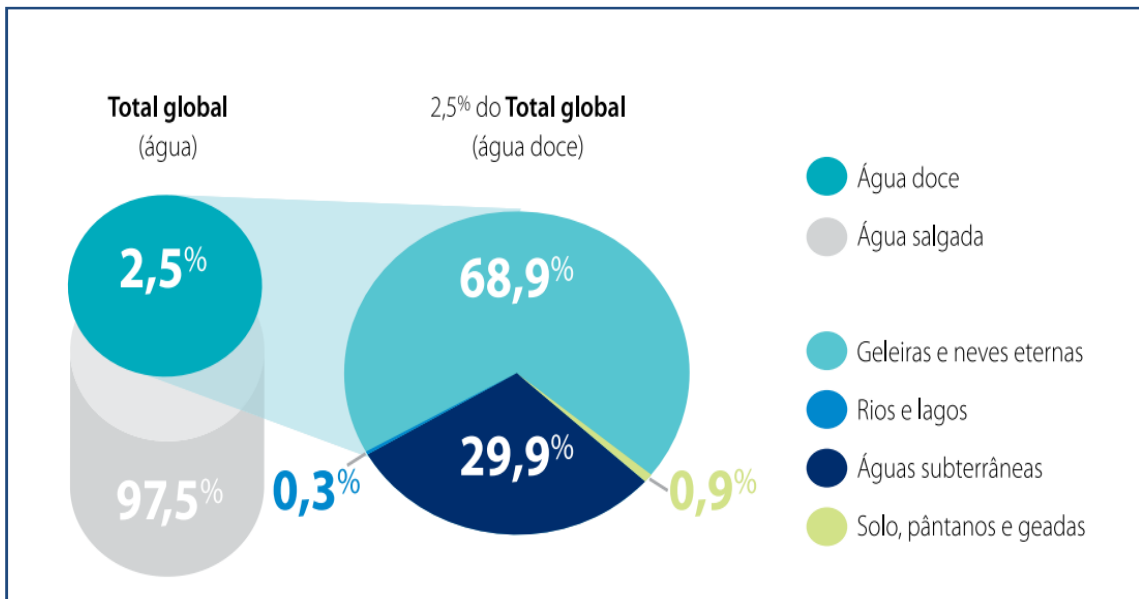
Avaliar comparativamente, a partir da aplicação de método multicriterial *Simple Additive Weighting (SAW)*, a gestão dos serviços das concessionárias de saneamento básico dos pequenos municípios inseridos nas Bacias do PCJ, apresentando ao final um *ranking* dos municípios com melhores gestões de saneamento.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Água.

A Terra é coberta por 77% de água, dos quais a sua grande maioria é salgada, da água doce que resta apenas uma pequena parte está contida nos rios e lagos, como é visto na Figura 1:

Figura 1 - Distribuição de Água.



Fonte: Brasil, 2005.

A água é encontrada principalmente no estado líquido e uma das substâncias mais comuns existentes na natureza, cobrindo cerca de 70% da superfície do planeta. Todos os organismos necessitam de água para sobreviver, sendo sua disponibilidade um dos fatores mais importantes a moldar os ecossistemas para tal os recursos hídricos precisam apresentar condições físicas e químicas adequadas para sua utilização, devendo conter substâncias essenciais à vida e estar isentos de outras que possam produzir efeitos deletérios aos organismos. Assim, disponibilidade de água significa que ela está presente não somente em quantidade adequada em um dada região, mas também que sua qualidade deve ser satisfatória para suprir as necessidades de um determinado conjunto de seres vivos (BRAGA *et al.*, 2005, p 73).

A história da humanidade pode ser escrita por meio das formas pelas quais o homem vem usando as águas do planeta. A civilização humana foi, ao longo dos séculos, dominando diferentes formas de uso das águas.

No decorrer dos séculos, o homem aprendeu a encontrar, armazenar, tratar e distribuir a água para seu consumo próprio. O primeiro sistema de distribuição de água surgiu há cerca de 4.500 anos. No entanto, o homem, bem antes, aprendeu a armazenar a água para benefício próprio. Potes de barro não cozidos surgem por volta de 9.000 a.C. A cerâmica, propriamente dita, aparece em 7.000 a.C., e passa a ser fundamental para o incremento da capacidade de armazenamento de água (PITERMAN & GRECO, 2005).

Desde então, o desenvolvimento da humanidade está relacionado à água, a saber:

- Na Mesopotâmia (aproximadamente 4.500 a.C) entre os rios Tigre e Eufrates, pois foram os Mesopotâmios que criaram as primeiras redes de valas de irrigação, canais a céu aberto e as primeiras moradias próximos aos rios e junto as “represas” para garantir uma uniformidade na produção agrícola, já que havia uma natural ameaça de escassez de água no começo da estação de crescimento e, havia ainda, a probabilidade de tempestades e enchentes no tempo da colheita (MUMFORD, 1982).
- No Egito antigo (aproximadamente 3.000a.C) as margens do rio Nilo que com suas enchentes fertilizava as terras próximas para uma melhor plantação e com isso o desenvolvimento de novas tecnologias, como canais e pequenas barragens, como JACOB (2015) discorre que há indícios que os egípcios implementaram uma rede de medidas de nível de água do rio, possibilitando o monitoramento do nível do rio e o primeiro sistema de previsão de cheias que se tem notícia.
- Na Roma Antiga (Sec. VII a.C) com suas obras para canalizar água e transportá-las até as cidades. *“Com tantas estruturas indispensáveis para o transporte de águas, quem se atreveria a compará-las às inertes pirâmides ou às inúteis, mas célebres, obras gregas?”*, Essa frase de Sexto Júlio Frontino (40 d.C. 103 d.C) governador e comissário de

águas, mostra, mesmo que de forma sarcástica, o tamanho da evolução no abastecimento de água que os romanos obtiveram (RODGERS. 2003).

Nos Impérios Inca, Maia ou Asteca, nas cidades francesas do Séc. XVII e nos dias atuais, a civilização está diretamente ligada a água e seu consumo.

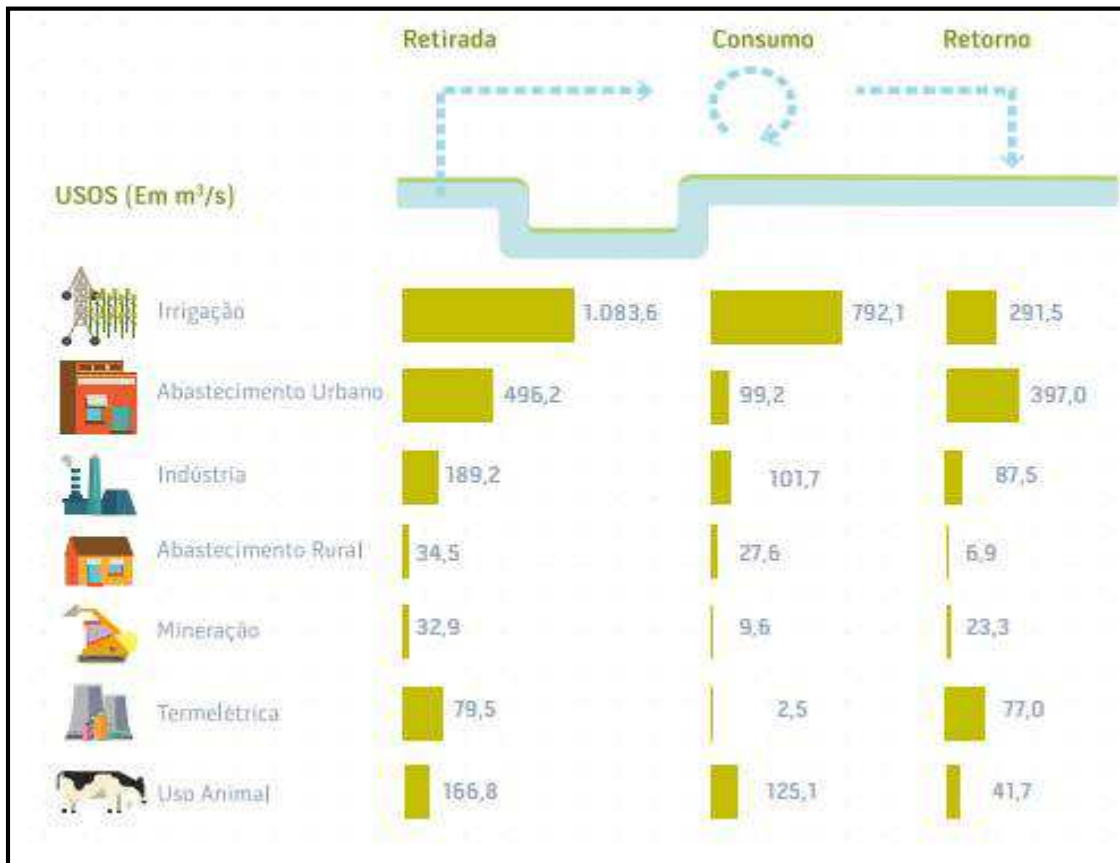
As significações simbólicas da água estão presentes nas culturas desde as mais antigas tradições permeadas de conteúdos mágicos. Através dos mitos e religiões, estas alegorias sobre a água eram relacionadas com símbolo e a origem de vida, meio de purificação e cerne de regenerescência (CHEVALIER; GHEERBRANT, 1988).

Seus usos são os mais diversos, assim, sendo divididos em duas categorias (SigRH-SP, 1990):

- Usos Consuntivos: definem-se como os usos em que há perdas entre o que é derivado e o que é retornado aos cursos de água, como exemplos:
 - Abastecimento urbano e rural;
 - Abastecimento Industrial;
 - Irrigações;
 - Pecuária;
 - Agricultura;
 - Reversão de Bacias.

A Figura 2, mostra os usos consuntivos por finalidade do ano de 2017 no Brasil, com suas respectivas retiradas, consumos e retornos.

Figura 2- Demandas de Usos Consuntivos por Finalidade - Brasil 2017



Fonte: ANA, 2018 (adaptado)

- Usos Não Consuntivos: por sua vez, são os usos em que não há perdas e/ou consumos dos cursos de água (ou são quase nulos), como exemplos (SigRH-SP, 1990):
 - Geração Hidroelétrica
 - Navegação Interior
 - Recreação e Lazer
 - Usos Ecológicos

A água em seu ciclo natural, passa por variações de qualidade, mas a intervenção do homem é a que causa as maiores alterações.

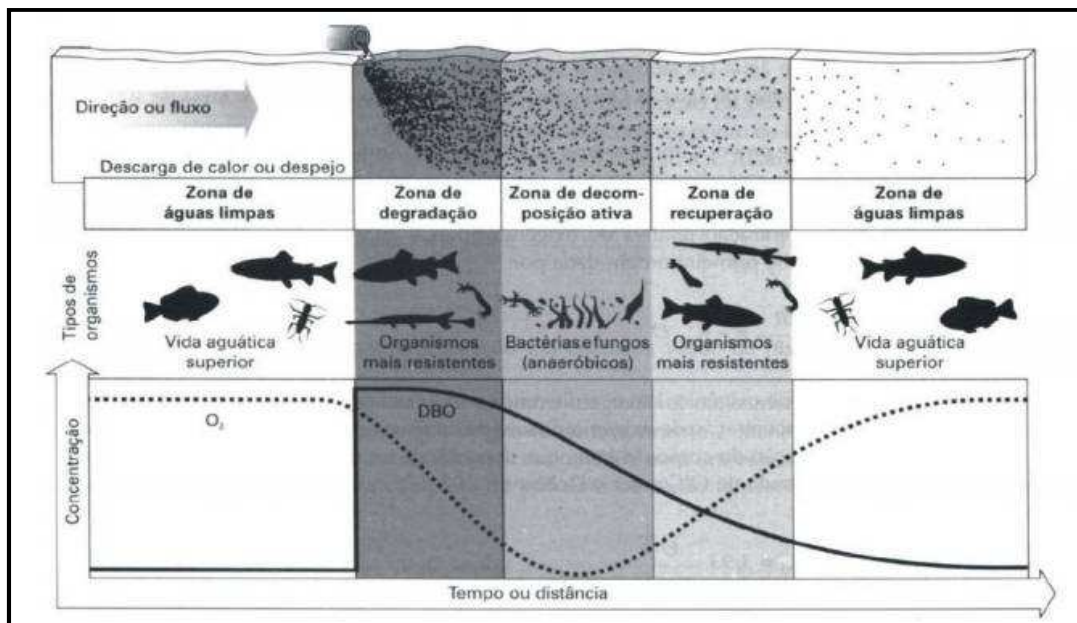
A conservação dos cursos de água é importante e necessária mesmo que eles sejam capazes de assimilar grande parte dos resíduos como esgoto doméstico e industrial (autodepuração do curso de água).

Para tal processo, há a necessidade de longas distâncias percorridas pelos dejetos e/ou grandes vazões nos rios, o que não ocorre na maioria dos

casos, pois a quantidade de efluentes lançados é maior que a capacidade de autodepuração do mesmo, além de não ser capaz de assimilar resíduos como hormônios, pesticidas, substâncias inorgânicas, etc... (BRAGA *et al.* 2005).

A Figura 3 apresenta o processo de autodepuração.

Figura 3- Processo de Autodepuração de Cursos D'água.



Fonte: BRAGA *et al.*, 2005.

Segundo o documento *World Water Assessment Programme-UNESCO* (2017), mais de 80% das águas residuais mundiais retornam aos cursos de água sem nenhuma forma de tratamento e estes valores estão aumentando.

Com o crescimento populacional e as mudanças nos hábitos alimentares e de consumo, a extração de água doce no mundo teve um aumento de quase sete vezes no último século (GLEICK, 2000).

Em todo o mundo, o uso da água, tem crescido em uma taxa de aproximadamente 1% ao ano desde a década de 1980 e continuará aumentando em taxa parecida até 2050, o que representa um acréscimo de 20% a 30% em comparação ao consumido nos dias atuais segundo Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos da UNESCO (2019b). O mesmo apresenta que mais de 2 bilhões de pessoas vivem em países com um alto estresse hídrico e cerca de 4 bilhões passam por escassez de água por pelo menos 1 mês do ano.

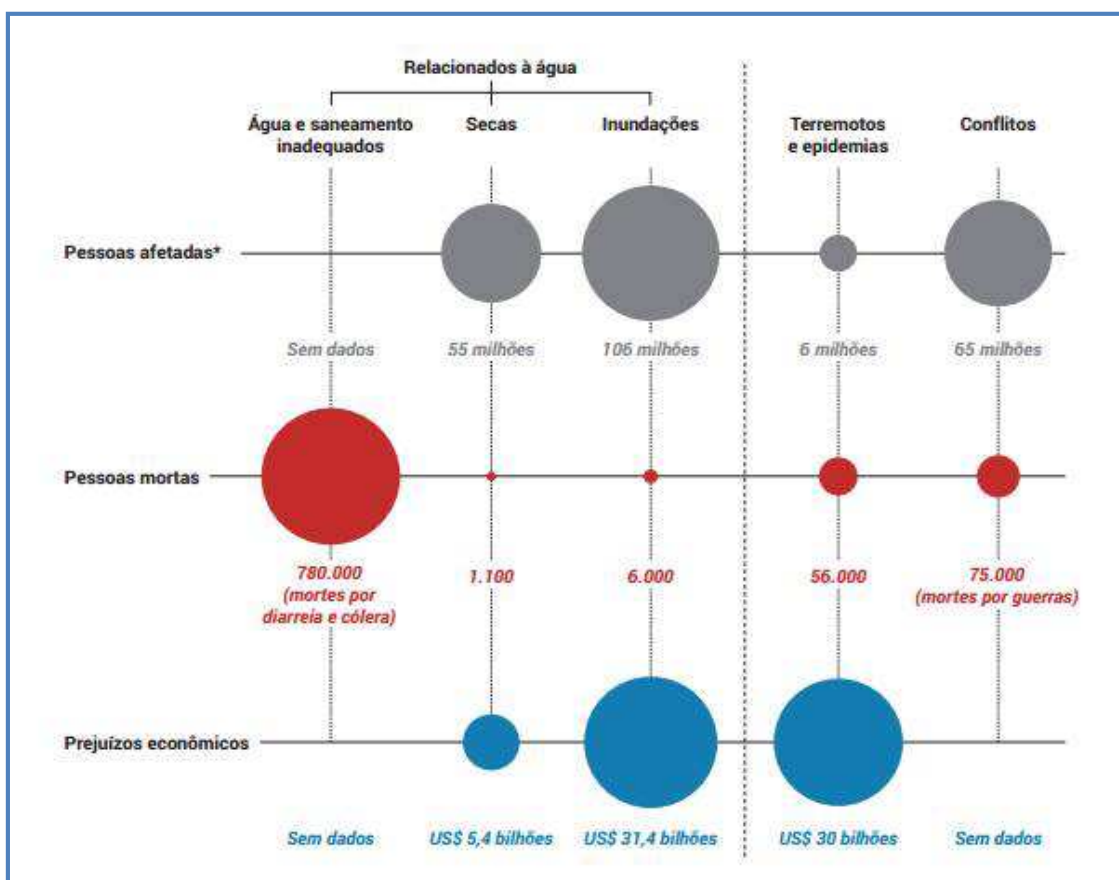
Estima-se que a demanda de água doce anual em 2010 foi de aproximadamente 4600 km³ o que representa quase 12% do volume total escoado de todos os rios. Já a projeção para 2050 é que seja entre 5500 km³ e 6000km³ (até 15% do volume total) (BUREK *et. al*, 2016).

Aproximadamente 90% de todos os desastres naturais estão relacionados á água, seja pelo excesso (inundações) ou a falta dela (seca).

Entre 1995 e 2015, as inundações corresponderam por 43% de todos os desastres naturais registrados, afetando mais de 2,3 bilhões de pessoas, matando mais de 157 mil e causando um prejuízo de U\$ 662 bilhões. Já as secas correspondem a 5% dos desastres, mas afetaram mais de 1,1 Bilhões de pessoas, matando 22 mil e causando um prejuízo de U\$ 100 bilhão (CRED/UNISDR, 2015, *apud* UNESCO 2019b).

A Figura 4 demonstra o Impacto anual médio dos serviços inadequados de água potável e saneamento, desastres relacionados à água, epidemias, terremotos e conflitos.

Figura 4 - Impacto Anual Médio



Fonte: Adaptado UNESCO 2019b.

Segundo a UNESCO (2019b), pessoas afetadas são definidas como aquelas que requerem assistência imediata durante um período de emergência, o que pode incluir pessoas deslocadas ou evacuadas. Nota-se que o número de mortes por água (abastecimento) e saneamento inadequado é mais de 5,5 vezes maior que a soma de todos os outros.

A ONU, no documento Objetivos do Desenvolvimento Sustentável de Número 6 (ODS-6, 2018), tem como objetivo assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, para tal alcançando, até 2030, o acesso :

- Universal e equitativo à água potável, segura e a preço acessível para todos;
- Ao saneamento e higiene adequados;
- Melhorar a qualidade da água;
- Reduzir a poluição das águas;
- Reduzir à metade a proporção de águas residuais não tratadas;
- Aumentar a eficiência no uso das águas.

Estas são apenas algumas das metas e indicações da ONU para o que deve ser feito com a água e o saneamento nos próximos anos.

3.2 Disponibilidade hídrica no Brasil

Segundo Documento GEO Brasil da Agencia Nacional das Águas (ANA, 2007) o Brasil ocupa um posicionamento privilegiado no mundo, em relação a disponibilidade de recursos hídricos de águas doce superficiais possuindo uma vazão média anual dos rios, em seu território, de cerca de 180.000 m³/segundo.

Tal valor é de aproximadamente 12% da disponibilidade mundial de recursos hídricos que é de 1,5 milhões de m³/segundo e de 28% de todos os recursos do continente Americano (ANA, 2007).

Mesmo tendo essa disponibilidade a distribuição no território e ao longo do ano não é uniforme, por exemplos a região Norte possui aproximadamente 80% da água doce disponível, mas apenas 5% da população do país está nessa área; já as regiões próximas ao litoral que englobam mais de 40% da

população, mas detém menos de 3% dos recursos hídricos do país (ANA, 2018). Não se esquecendo que o sertão nordestino sofre com a escassez de água quase que plena bem como as áreas densamente povoadas (grandes metrópoles) onde há uma demanda de água muito maior do que a disponibilidade na região.

A Região Sudeste possui apenas 6% dos recursos hídricos do país. Em contrapartida, possui 43% da população, o que provoca uma demanda desbalanceada pela água, já que é a região mais povoada do país, com densidade demográfica seis vezes maior que a média brasileira, um parque industrial muito significativo e grande parte da agricultura que necessita de irrigação (ANA, 2018).

A Figura 5 apresenta a relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica nos principais rios brasileiros.

Figura 5- Relação entre a demanda e a disponibilidade hídrica nos principais rios brasileiros



Fonte: ANA 2007

Técnicas e formas de se desenvolver o saneamento vêm sendo discutidos continuamente conforme condições, necessidades e pretensões do ser humano e sua correlação com a saúde e o meio-ambiente (BORJA,2004)

A Lei do Saneamento Básico, LEI Federal N. 11.445/2007 define saneamento básico como “o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; drenagem e manejo das águas pluviais urbanas”. Segundo a mesma Lei as incumbências da gestão de saneamento abrangem desde o planejamento, a regulação, a prestação dos serviços e sua fiscalização e o controle social, passando por todas as funções (BRASIL, 2007a).

A Lei Federal Nº9.433 /1997 que estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, também conhecida como Lei das Águas, é instrumento importante, pois a partir dela se instauraram instrumentos para a gestão de recursos hídricos descentralizando as informações, criando comitês de bacias hidrográficas, unindo poderes públicos nas três instâncias, dando condições para esses comitês a identificação de conflitos pelo uso da água, demandas (em menor escala), deliberar conflitos administrativos por meio de planos de recursos hídricos das bacias aplicados as concessionárias de saneamento e os municípios pertencentes a cada comitê e/ou bacia (BRASIL, 2007c).

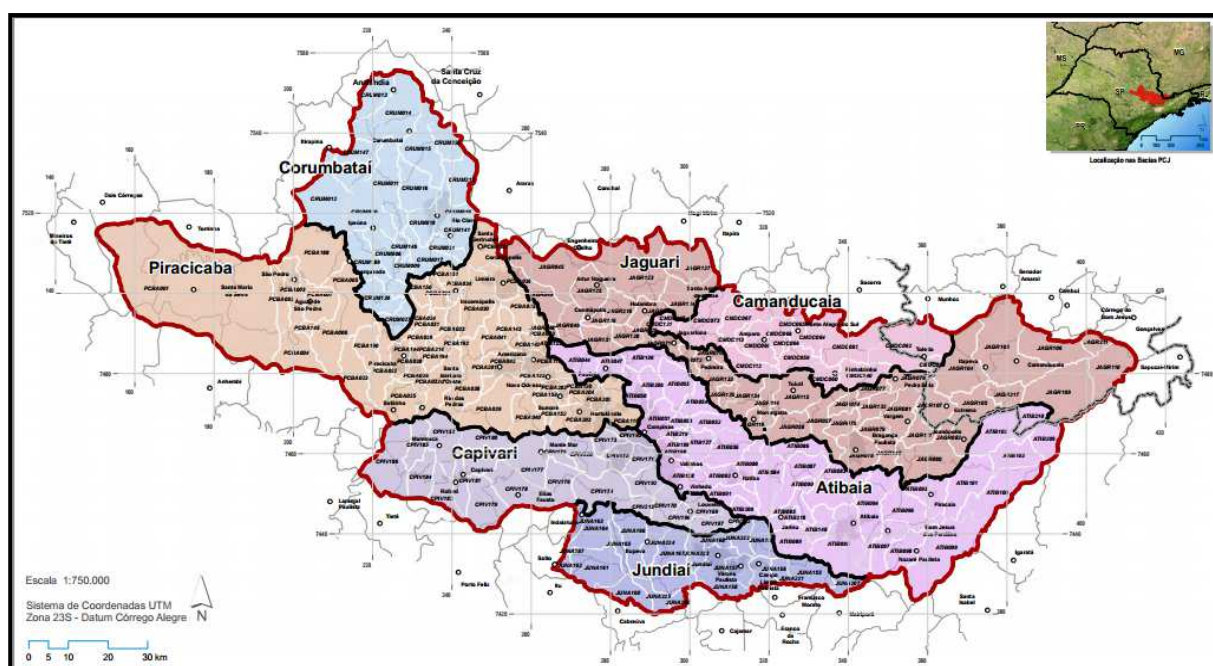
3.3 Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Número 5 - UGRHI-5 e o PCJ.

Segundo LEI Nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994 do Estado de São Paulo que Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH em conformidade com a Lei 7663, de 30/12/91, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, na qual o estado é dividido e classificado em 22 Unidades de gerenciamento, essa divisão é fundamentada segundo atividades economias e rios que pertencem à área (BRASIL, 2007b)

A Unidade juntamente com alguns municípios também é conhecida como PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiaí), que compreende um recorte hidrográfico com área de 15.377,81 km², sendo 92,45% no Estado de São Paulo e 7,55% no Estado de Minas Gerais.As Bacias que compõem tal unidade

de gerenciamento são as do rio Piracicaba, rio Capivari e rio Jundiáí, todas afluentes do Rio Tietê, estendendo-se por 14.216,57 km², sendo 11.492,84 km² correspondentes à Bacia do Rio Piracicaba, 1.568,68 km² à Bacia do Rio Capivari e 1.155,06 km² à Bacia do Rio Jundiáí, além de áreas de drenagem das sub-bacias dos rios Jaguari (979,97 km²), do Rio Atibaia (44,54km²) e do Rio Camanducaia (136,73 km²) (COMITÊ PCJ, 2018). A Figura 6 apresenta o mapa das Bacias e Sub-Bacias do PCJ.

Figura 6- Bacias do PCJ e Sub-Bacias



Fonte: COMITÊ PCJ, 2016

A segmentação das áreas de contribuição de cada bacia, assim como seus extremos, foram elaborados e aferidos pela Agência Nacional das Águas (ANA) a partir de agrupamentos das áreas de contribuição Ottocodificada (COMITE PCJ, 2018).

O Comitê de Bacias do PCJ, criado a partir da Lei Federal N°9.433/1997, apresentada anteriormente, é uma das principais vertentes para abastecimento de grande São Paulo e outros 76 municípios.

Segundo Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da UGRHI-05 (Agência das Bacias do PCJ, 2017), a urbanização está em 96,7%, com uma população de aproximadamente 6 milhões de habitantes. As taxas geométricas de crescimento previstas para as populações urbanas da região são decrescentes, passando de 2,09% ao ano, no período 2000/2005, para 1,19%

ao ano, no período 2015/2020 segundo dados do Consórcio Intermunicipal do PCJ, representado uma associação de direito privado sem fins lucrativos, composta por municípios e empresas com o objetivo a recuperação dos mananciais e de sua área de abrangência.

Na Tabela 1 são apresentados os municípios integrantes das Bacias do PCJ e suas projeções de população para 2018 segundo o IBGE.

Tabela 1- Estimativa de População dos municípios da UGRHI-05/PCJ

Município	Estimativa de População (IBGE 2018)
Águas de São Pedro	3.380
Americana	237.112
Amparo	71.700
Analândia	4.933
Anhembi	6.627
Arthur Nogueira	53.450
Atibaia	141.398
Bom Jesus dos Perdões	24.898
Botucatu	144.820
Bragança Paulista	166.753
Brotas	24.163
Cabreúva	48.966
Camanducaia - MG	21.738
Campinas	1.194.094
Campo Limpo Paulista	83.735
Capivari	55.141
Charqueada	17.009
Cordeirópolis	24.221
Corumbataí	4.047
Cosmópolis	70.998
Dois Córregos	27.112
Elias Fausto	17.604
Engenheiro Coelho	20.284
Extrema - MG	35.474
Holambra	14.579
Hortolândia	227.353
Indaiatuba	246.908
Ipeúna	7.401
Iracemápolis	23.846
Itapeva	9.682
Itatiba	119.090

Continua

Tabela 1 - Continuação

Município	Estimativa de População (IBGE 2018)
Itirapina	17.922
Itu	172.268
Itupeva - MG	59.649
Jaguariúna	56.221
Jarinu	29.456
Joanópolis	13.098
Jundiá	414.810
Limeira	303.682
Louveira	47.748
Mairiporã	98.374
Mogi Mirim	92.715
Mombuca	3.478
Monte Alegre do Sul	7.964
Monte Mor	58.765
Morungaba	13.458
Nazaré Paulista	18.346
Nova Odessa	59.371
Paulínia	106.776
Pedra bela	6.075
Pedreira	47.361
Pinhalzinho	15.021
Piracaia	27.140
Piracicaba	400.949
Rafard	9.050
Rio Claro	204.797
Rio das Pedras	34.704
Saltinho	8.176
Salto	117.561
Santa Bárbara D'Oeste	192.536
Santa Gertrudes	26.403
Santa Maria da Serra	6.107
Santo Antônio de Posse	23.085
São Pedro	35.318
Sapucaí-Mirim - MG	6.869
Serra Negra	29.001
Socorro	40.648
Sumaré	278.571
Tietê	41.662
Toledo – MG	6.217
Torrinha	9.963
Tuiuti	6.808
Valinhos	127.123
Vargem	10.378
Várzea Paulista	120.572
Vinhedo	77.308
Total	6.632.020

Fonte: IBGE, 2018 (Adaptado)

Um dos elementos importantes para o consórcio das bacias PCJ é o Sistema Cantareira, apresentado na Figura 7, que é estabelecido como um conjunto de reservatórios nas cabeceiras das Bacias PCJ, responsável pelo abastecimento da região em que está situada e da Bacia do Alto Tietê, na Grande São Paulo e que vem sofrendo com a falta de recursos hídricos (COMITÊ PCJ, 2016).

Figura 7 - Sistema Cantareira



O Sistema Cantareira é constituído pelos seguintes reservatórios: Jaguarí, Jacaréí, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro, Águas Claras e seus devidos reservatórios, ligados por túneis e canais, onde os quatro primeiros estão localizados em afluentes do rio Piracicaba, e os dois últimos reservatórios, localizados na bacia hidrográfica do Alto Tietê, e que denota um índice atual de armazenamento segundo Boletim dos Mananciais (SABESP, 2019) de 56,1% em relação aos valores de base, informação em 08/08/2019.

A Agência das Bacias do PCJ, entidade criada pelo Comitê de Bacia para prestar apoio ao seu funcionamento, atuando como secretaria executiva, apresenta que há uma predominância do uso de água para fins de abastecimento público, demandando cerca de 20 mil litros de água por segundo (l/s), que é mais da metade das vazões das Bacias PCJ (AGÊNCIA DAS BACIAS DO PCJ, 2019).

O setor industrial se mostra como o segundo maior consumidor de água nas Bacias, com uma vazão próxima de 9 mil l/s. Para o uso rural, embora menos expressivo, nota-se um comprometimento significativo de água das Bacias PCJ para esse fim (Agência das Bacias do PCJ, 2019).

Os valores disponíveis são estimados com base nos cálculos do Plano de Bacias 2010 a 2020, chegando próximo de 7 mil l/s de água para esse setor. Há, ainda, que se observar que existe o segmento de outros usos, que indica um universo, mesmo que pequeno, de usuários que recorrem a soluções individuais para suprir suas demandas, perfazendo uma demanda de cerca de 1,4 mil l/s (Agência das Bacias do PCJ, 2019).

Cabe destacar que além do uso interno na bacia, uma vazão de até 33 mil l/s de água mensal pode ser transposta da bacia do rio Piracicaba para a Bacia do Alto Tietê, através do Sistema Cantareira. O Sistema abastece cerca de 9 milhões de pessoas na Região Metropolitana de São Paulo, o que mostra a grande dependência dessa região das águas das Bacias do PCJ.

Para Mariotoni e Demanboro 2000 *apud* DEMANBORO & BETTINE (2007) havia uma oportunidade artificial de crescimento de uma região graças as reversões de vazões de água entre bacias e sub-bacias hidrográficas.

Sem a reversão de água para a Região Metropolitana de São Paulo, é muito improvável que a mesma possuísse uma população de cerca de 18 milhões de habitantes, se esta não usufruísse de um abastecimento fortemente submisso de outras bacias hidrográficas (DEMANBORO & BETTINE, 2007).

A demanda por águas subterrâneas nas Bacias do PCJ é muito menor do que a por águas superficiais, seu uso é destinado para abastecimento doméstico, em alguns casos, consumo industrial e ainda como manancial complementar para o abastecimento público. A vazão subterrânea demandada é de cerca de 2,91 mil litros por segundo, sendo que a demanda total de água é em torno de 37 mil l/seg. O setor que mais utiliza água

subterrânea é o industrial, devido ao custo da água e a problemas na distribuição (AGÊNCIA DAS BACIAS DO PCJ, 2019).

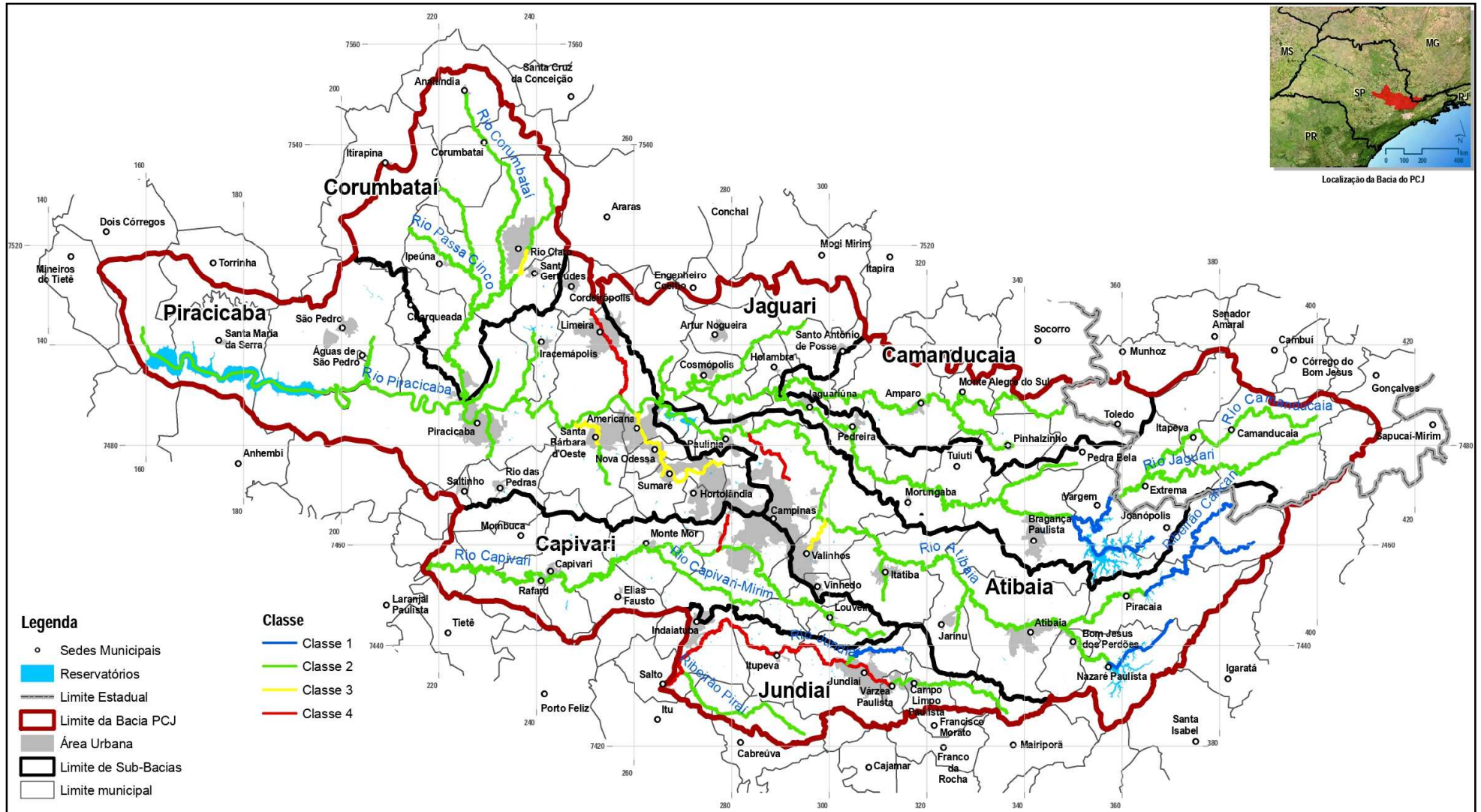
Tem-se na grande maioria da Unidade de Gerenciamento cursos de água de Classe II, segundo classificação do CONAMA 357/05, isso significa que a água pode ser utilizada para:

- Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional.
- Proteção das comunidades aquáticas;
- Recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274/2000;
- Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- Aquicultura e à atividade de pesca.

Mas há trechos desses cursos de água que chegam a Classe IV onde a água só pode ser destinada à navegação e harmonia paisagística, como é o caso do trecho do Rio Jundiaí a jusante da cidade de Várzea Paulista até Salto, um trecho do Rio do Tatu próximo a Limeira, o Ribeirão das Anhumas a montante da cidade de Paulínia.

A Figura 8 apresenta os principais Corpos Hídricos e seu enquadramento de classe segundo o CONAMA 357/05.

Figura 8- Mapa Enquadramento dos corpos D'água

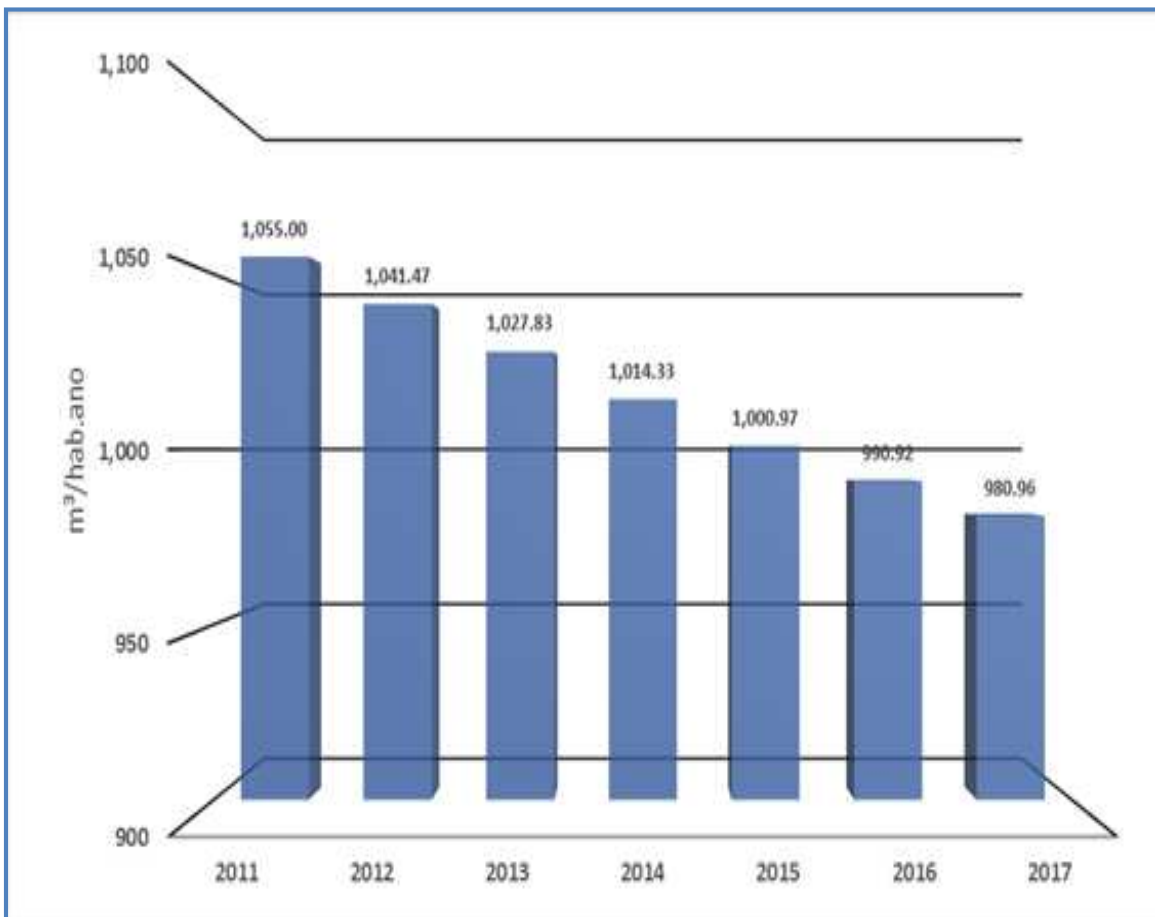


Fonte: COMITÊ PCJ, 2016.

Segundo a Agência das Bacias do PCJ (2019b), embora a região seja privilegiada por uma grande quantidade de fontes de água, sua disponibilidade hídrica é bastante limitada.

No ano de 2017 a oferta *per capita* de água era de 980 m³/ano, avaliada como insatisfatória segundo valores de referência adotados no Estado de São Paulo onde é estipulado como crítico quando o valor *per capita* seja menor que 1.500 m³/ano. A Figura 8, em seguida, apresenta a disponibilidade de água por habitante na região nos últimos anos.

Figura 9 - Disponibilidade Hídrica per capita em m³/ano



Fonte: Agencia de Bacias do PCJ 2017

3.4 Perdas de água nos sistemas de abastecimento

É fundamental para a sobrevivência e dignidade humana ter condições de acesso aos serviços de saneamento básico. O déficit na prestação dos serviços de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto doméstico podem fomentar graves problemas sociais, tanto para o setor de saúde pública, quanto para a preservação do meio ambiente que afeta diretamente na qualidade de vida de uma parte significativa da população (HUTTON, 2004).

O volume global de perdas de água nos sistemas de distribuição é muito significativo. Cada ano, mais de 32 bilhões de m³ de água tratada são perdidos por vazamentos em redes de distribuição (SOUZA JÚNIOR, 2014).

Werthein (2001), ex-diretor da UNESCO no Brasil no documento “A ÉTICA DO USO DA ÁGUA DOCE: UM LEVANTAMENTO”, afirma que a fonte de vários problemas, desde saúde, econômicos e sociais é a utilização de água doce, pois ela é desperdiçada, usada indiscriminadamente expondo terras frágeis à desertificação, já que sua quantidade e qualidade são determinantes para a qualidade de vida e da estabilidade da sociedade mundial.

Em todo mundo as empresas de saneamento fizeram progressos nas últimas décadas, seja com desenvolvimento de infraestrutura, equipamentos ou técnicas graças a uma evolução nos padrões e marcos regulatórios, mas mesmo com essa melhora, ainda está longe do ideal, principalmente em relação as perdas. (ALEGRE *et al*, 2004).

Há dois tipos de perdas: reais e aparentes. As reais, anteriormente denominadas perdas físicas, são originadas dos rompimentos e vazamentos em adutoras, redes, ramais e conexões, extravasamentos e infiltrações de reservatórios (PHILIPPI JR & GALVÃO JR, 2012), isso se dá principalmente pelos seguintes aspectos:

- Pressões elevadas na rede de distribuição;
- Redes antigas;
- Materiais de baixa qualidade nas redes, adutoras e conexões;
- Sistemas mal gerenciados;
- Má qualidade da mão de obra na execução de adutoras redes e ramais.

Já as perdas aparentes, antes denominadas de perdas não físicas, são acarretadas por problemas como:

- Fraudes;
- Ligações clandestinas e/ou irregulares;
- Erros de Hidrômetro ;
- Erros de Leitura.

(PHILIPPI JR & GALVÃO JR, 2012)

Somando os dois tipos, reais e aparentes, no Brasil tem-se um Índice de perdas na distribuição de 38,3 % (SNIS, 2017).

A importância dos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) como a principal fonte de informação sobre o todo setor saneamento vem sendo demonstrada, ano após anos, pelo uso que tem sido feito por diferentes agentes envolvidos com a prestação dos serviços de água e esgotos e suas organizações corporativas, além dos órgãos de governo, agentes financeiros e instituições de ensino e pesquisa

De acordo com os dados de 2011 do SNIS, o índice nacional de perda de água na distribuição era de 38,8%. Em 2015, diminuiu para 36,7% uma melhora de apenas 2,1%. Os dados de 2017, já mencionados anteriormente, são mais preocupantes, pois houve aumento nas perdas de água, que estão com índice de 38,3%, próximos dos de 2011 (SNIS, 2017).

Em pesquisa feita pela Fundação para Pesquisa e Desenvolvimento da Administração, Contabilidade e Economia (FUNDACE) organizada por Tonedo Junior (2013), em uma hipótese de melhoria de 10% no índice de perdas em âmbito nacional, haveria um acréscimo de R\$1,3 bilhões para a receita operacional da água.

A Tabela 2, a seguir, divulgada pelo SNIS (2017), apresenta o índice de perdas na distribuição para todo o conjunto de prestadores de serviços participantes para cada estado, com valores médios distribuídos em porcentagem.

É possível constatar que o centro-oeste é a região com menos perdas, mas uma pequena diferença para o sudeste, isso pode se dar pelo número de municípios de cada região assim como os que fornecem os dados para o SNIS.

Tabela 2- Índice de perdas na distribuição (IN049) dos prestadores de serviços participantes do SNIS em 2017, segundo estado, região e Brasil.

ESTADO/ REGIÃO	PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO (IN049)(%)
ACRE	60,1
AMAPÁ	66,2
AMAZONAS	68,9
PARÁ	40,0
RONDÔNIA	55,8
RORAIMA	75,4
TOCANTINS	34,2
NORTE	55,1
ALAGOAS	44,9
BAHIA	36,8
CEARÁ	45,5
MARANHÃO	59,8
PARAÍBA	37,9
PERNAMBUCO	52,0
PIAUI	48,1
RIO GRANDE DO NORTE	49,8
SERGIPE	47,7
NORDESTE	46,3
ESPÍRITO SANTO	38,6
MINAS GERAIS	35,6
RIO DE JANEIRO	31,0
SÃO PAULO	35,3
SUDESTE	34,4
PARANÁ	34,5
RIO GRANDE DO SUL	38,2
SANTA CATARINA	36,6
SUL	36,5
DISTRITO FEDERAL	33,8
GOIÁS	26,4
MATO GROSSO DO SUL	46,0
MATO GROSSO	32,6
CENTRO-OESTE	34,1
BRASIL	38,3

Fonte: SNIS, 2017

3.5 Gestão de Saneamento

Os serviços de água e esgoto no Brasil têm sua história iniciada por volta da segunda metade do século XIX, com o processo de industrialização que refletia nos sistemas de infraestrutura como criação de ferrovias, transportes urbanos, geração de energia, o a abastecimento de água e coleta de esgoto, realizados em grande parte com recursos públicos e orçamentários e uma pequena parte do setor privado (REZENDE, 2011).

Na década de 1940 com mudanças de forma de governo, o setor privado foi totalmente afastado, cabendo apenas ao Estado a execução e a gestão de sistemas de serviços públicos. Ao final da década de 1960 os investimentos em saneamento foram fortalecidos com a criação do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS) e elaboração do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) e as empresas privadas só retornam as prestações de serviços de água e esgoto, em meados de 1990, graças a Lei de Concessões (Lei nº 8.987/95) (REZENDE, 2011).

Hoje, encontra-se vários tipos de gestão de saneamento, a pública, onde o próprio governo comanda o setor, o privado, onde há uma empresa que faz essa gestão, a compartilhada quando uma parte é governamental e outra privada, as autarquias que são entidades da administração pública indireta; Temos como exemplos a SABESP, a COPASA, a CAGEPA, a SANEPAR a EMBASA, os SAAEs municipais e empresas privadas.

Vários estudos vem sendo realizados sobre a gestão do saneamento entre eles:

- OGERA E PHILIPPI JR.(2005) analisaram para 4 municípios do estado de São Paulo, sendo eles: Campinas, Santo André, São José dos Campos e Santo, a gestão do saneamento (água e esgoto) e afirmam que as concessionárias devem estar sempre sendo avaliadas pela eficiência nos serviços prestados, com a utilização de indicadores sociais.
- LOUREIRO (2009) que analisou dados qualitativos e quantitativos de 9 municípios baianos e que afirma que o modelo de gestão está diretamente ligada os tipo de prestação de serviço adotados pelo município.

- PALUDO (2010) mostra em sua pesquisa as diferenças entre dois estilos de gestão, a privatista e por outro o estilo de gestão participacionista, tendo como base empírica dois municípios de Santa Catarina, levando em consideração as políticas públicas e teve como conclusão que a gestão privatizada antepõe os aspectos econômicos acima dos demais e a gestão compartilhada leva em consideração aspectos ambientais, sociais, políticos e econômicos e maneira igual.
- COUTINHO (2001) *apud* HELLER, SPERLING, HELLER(2009), comparou grupos de municípios de diferentes categorias de gestão de serviços de saneamento no estado de Minas Gerais, onde os resultados indicam as diferenças das gestões mas um bom exercício da COPASA em alguns pontos e das autarquias municipais em outros.

A UNESCO (2019a) em seu Relatório sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos afirma que a descentralização do setor de abastecimento de água e saneamento altamente fragmentado, composto por vários prestadores, deixou os mesmos sem reais possibilidades de alcançar economias de escala e/ou viabilidade econômica e muitas vezes sob responsabilidade de prefeituras e/ou administrações municipais desprovidas dos recursos e incentivos necessários para abordar de forma efetiva a complexidade dos processos desta prestação de serviço.

3.6 Indicadores

O termo Indicador deriva-se do Latim *Indicare*, que significa revelar ou apontar para estimar ou mesmo colocar valor, sendo capaz apresentar uma tendência ou fenômeno não detectável de imediato. (BELLEN, 2003; *apud*. MARACAJÁ *et al.* 2014)

Coelho et al. (2008) afirma que os estudos apresentados sobre indicadores de desempenho são cada vez mais abundantes e comuns, pois, além de serem parte de uma ferramenta gerencial, eles se transformam em

medidas auxiliadoras de sobrevivência das organizações. A criação de procedimentos que auxiliem na avaliação do desempenho são necessários para as empresas.

Para o processo de tomada de decisão, os indicadores apresentam papel central por configurarem como instrumentos capazes de fornecer informações fundamentais para gestão empresarial (NASCIMENTO, 2011)

Segundo Ercin *et al.* 2011 *apud*. MARACAJÁ *et al.* 2014, é imprescindível a elaboração de indicadores de uso da água, com base em metodologias que atendam índices de sustentabilidade de usos da água, tanto direto como indireto para que haja estabilidade ambiental entre o homem e a natureza.

Para COLLINS *et al.* (2016), os *Key Performance Indicators (KPI's)*, na tradução literal, indicadores chave de performance, são medidas cruciais para a determinação da vitalidade da empresa em comparação a suas metas, a partir desses, os tomadores de decisão obtém um modelo instantâneo do empreendimento.

3.7 Métodos Multicritério

Devido ao aumento de informações e demandas das últimas décadas, a tomada de decisão está se tornando tarefa mais árdua. Por isso, foram criados métodos que avaliam as necessidades como processo decisório, na tentativa de obter uma maior segurança na tomada de decisões (BRIOZO & MUSETTI, 2015)

Nesta lógica os Métodos Multicritérios apresentam como métodos de suporte a tomada de decisões, empregando modelos matemáticos eficientes para a resolução de problemas que possuem diversos critérios conflitantes (BRANS & MARESCHAL, 2005, *apud* BRIOZO & MUSETTI, 2015).

Constantemente os decisores se deparam com questões complexas entre critérios intangíveis e conflitantes. Diante disto, eles, cada vez mais, utilizam-se de métodos de apoio a tomada de decisão que permitem a comparação e classificação de inúmeras variáveis diferentes em escala e grandezas (SAATY & ERGU, 2015)

De acordo com ZANAKIS *et. al.* (1998), BOAS(2006); CHOU *et al.* (2008) a solução de problemas que englobam diferentes critérios, indicadores, das mais variadas unidades existem inúmeros métodos. Os mais utilizados e amplamente aplicados são:

- *Analytic Hierarchy Process (AHP)*,
- *PROMETHEE*,
- Método dos Pesos
- *ELECTRE*,
- *Simple Additive Weighting (SAW)*

A tabela 3, a seguir, apresenta a síntese de alguns métodos multicriterias, mais utilizados.

Tabela 3 - Métodos Multicritérios

Método Multicritério	Natureza das Alternativas	Momento de Introdução das preferências do Decisor	Número Máximo Possível de Alternativas	Número de Critérios.
<i>Electre II</i>	Discreta	Previamente à hierarquização das alternativas	Não Há	Não Há
Método dos Pesos	Contínuas	Posterior à geração das Alternativas	Infinito	2 a 5
<i>Promethee</i>	Discretas	Previamente à hierarquização das alternativas	Não Há	Não Há

Continua

Tabela 3 - Continuação

Método Multicritério	Natureza das Alternativas	Momento de Introdução das preferências do Decisor	Número Máximo Possível de Alternativas	Número de Critérios.
<i>Método Analítico Hierárquico (AHP)</i>	Discretas	Previamente à hierarquização das alternativas	Não Há	5 a 9
<i>Simple Additive Weighting (SAW)</i>	Discretas	Previamente à hierarquização das alternativas	Não Há	Não Há

Fonte: BETTINE, 2003 (Adaptado).

3.8 O Método *Simple Additive Weighting (SAW)*

O Método *Simple Additive Weighting (SAW)*, segundo Chou et. al (2008), retrata os mais práticos resultados para os problemas multicriteriais.

Este método foi escolhido graças a sua maior vantagem que é trabalhar com uma transformação linear proporcional dos dados brutos o que significa que a ordem relativa de magnitude da pontuações padronizadas permanecem iguais mesmo com unidades e escalas diferentes.

É citado por Velasquez & Patrick (2013) que o método *SAW* tem como prós ser intuitivo para os tomadores de decisão assim como sua simplicidade de cálculo por não requerer programas computacionais.

Para Tzeng e Huang (2011) *apud*. REZENDE (2012) é o método mais conhecido e amplamente utilizado graças a sua praticidade de aplicação.

O *SAW*, também é conhecido como combinação linear ponderada, pois o método é baseado na média ponderada. O valor final é calculado para cada alternativa multiplicando o valor escalado (podendo se utilizar da escala de SAATY (2005), ou escala de 1 a 5, a alternativa e os pesos de importância relativa designado pelo tomador de decisão seguida, para todos os critérios selecionados, pela soma dos produtos de todas as alternativas (AFSHARI et

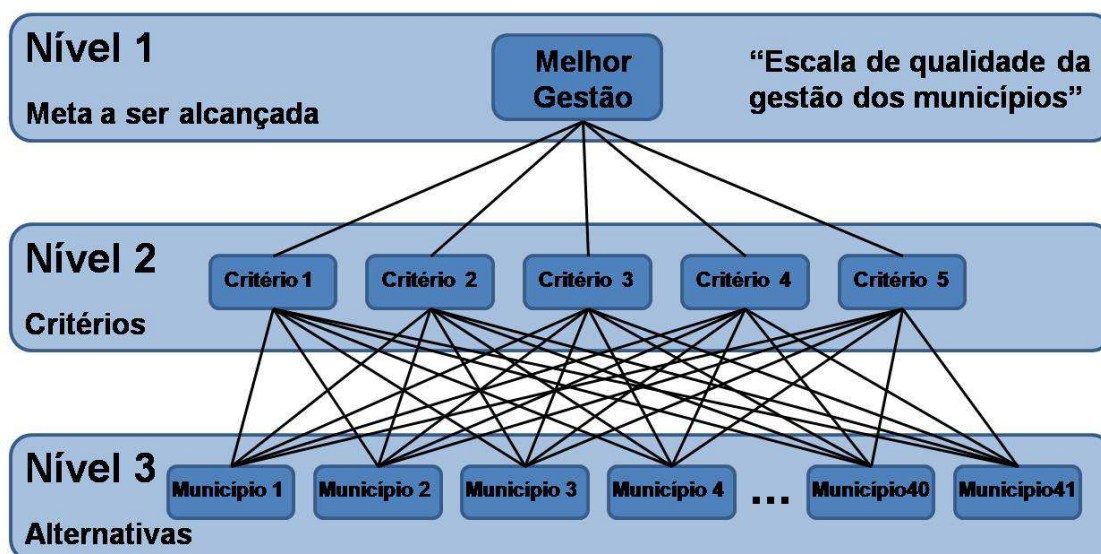
al, 2010) .

Para se atribuir os pesos (tomar decisão) são utilizadas três formas de tomadas de decisão, segundo SAATY (1994), a partir da importância, da preferência ou da probabilidade. Para tais convicções, há o uso do conhecimento, memória e/ou nos diagnóstico de custos, riscos e benefícios.

O primeiro princípio (construção da hierarquia) consiste em criar uma estrutura de alternativas e critérios, assim, permitindo que eles possam ser facilmente analisados e comparados separadamente. Feito a estrutura da hierarquia, verifica-se uma avaliação sistemática das alternativas por comparações, sempre de duas em duas, para todos os critérios(VARGAS, 2010).

A Figura 9 apresenta a estrutura hierárquica do modelo *Analytic Hierarchy Process* (AHP), usado também no SAW

Figura 10- Estrutura hierárquica do modelo AHP e SAW



Fonte: Elaborado pelo autor

O método SAW transforma as comparações empíricas em valores numéricos que são avaliados através de pesos pré-estabelecidos. Agora deve-se realizar a definição de prioridades pela escala de relativa importância entre duas alternativas comparando-as, podendo ser com o auxílio da Tabela 4, a seguir, definida por Saaty (2005).

Tabela 4- Escala numérica de Saaty

Escala numérica	Avaliação
1	Ambas as alternativas contribuem igualmente
3	Uma das alternativas é um pouco melhor que a outra
5	Uma alternativa é favorecida
7	Uma alternativa é fortemente favorecida em relação a outra
9	Uma alternativa possui importância absoluta em relação a outra
2,4,6 e 8	Utilizados para valores de consenso entre as alternativas

Fonte: Adaptado, JORDÃO E PEREIRA (2006).

A escala numérica deve ser usada da seguinte forma: segundo a avaliação do decisor, se entre duas alternativas o critério tem exatamente o mesmo peso é colocado o valor de 1 para cada uma, já em valores totalmente discrepantes, o que possui o melhor deve-se colocar 9 e o de pior seu inverso, portanto, 1/9 assim é feito para todas as alternativas para se ponderar a importância de cada uma das alternativas com relação a outra.

A comparação é feita através da síntese de uma matriz de decisão, junto com o julgamento das alternativas, duas a duas, em cada critério com seu respectivo peso.

Para AFSHARI *et al*, (2010) pode-se usar escala de 1 a 5 conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5 - Escala de 1 a 5

Intensidade de Importância	Definição
1	Importância igual
2	Importância moderada
3	Forte importância
4	Importância muito forte
5	Extrema importância

Fonte: AFSHARI *et al*, (2010)

Com a matriz síntese estabelecida, é calculado a probabilidade numérica para cada uma das alternativas propostas, obtendo valores para cada indicador de cada município, assim determinando qual alternativa, no caso, qual a cidade com melhor gestão, e a colocação de cada um dos municípios estudados a partir do valor atribuídos aos mesmos (VARGAS,2010)

Para a ponderação dos pesos dos critérios pode ser usado inúmeros métodos como o Swing Weighting, Trade-off procedure, MACBETH... (MOKHTARI, 2013) além de poder se julgado pelo decisor através de pesquisas, das próprias experiências intuições e dados coletados (SAATY, 1994). A segunda opção foi utiliza-na no trabalho.

Os resultados da aplicação do método SAW (melhor alternativa), é calculado através da Equação 1:

- **Formula para cálculo resultado SAW**

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j * r_{ji} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

S_i = representa a função de utilidade da i-ésima alternativa, sendo $i = 1,2,\dots,n$

w_j = o peso do j-ésimo critério e $j = 1,2,\dots,n$,

r_{ji} = o valor normalizado da i-ésima alternativa em relação ao j-ésimo critério.

Segundo Rezende (2012), o método SAW tem como passo a passo resumido :

- Normalizar os valores de utilidade das alternativas para torná-los comparáveis;
- Aplicar pesos a esses valores de utilidade;
- Somar os valores de utilidade de cada alternativa.

Após os passos resumidos obtém-se um único valor para cada alternativa, a que possuir o maior é a denominada com melhor gestão de saneamento, segundo os indicadores escolhidos no trabalho (REZENDE, 2012).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Base de Dados

Para obtenção dos dados e informações dos indicadores que retratam o desempenho das concessionárias de saneamento nos aspectos técnicos-operacionais, financeiros e ambientais, foram utilizados os dados do:

- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento do ano de 2017
- Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos de Número 5 do Estado de São Paulo

4.2 Indicadores

A seguir, são apresentados os Indicadores, dentre eles os mais abrangentes do SNIS, os que mais são apresentados em estudos e que são mencionados na Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (Brasil, 2013b) :- Abrangência de abastecimento, - Perdas de água na distribuição, -Abrangência de Coleta de esgoto, -Índice de tratamento de esgoto,- Tarifa por m³ e suas respectivas formulas, apresentadas pelo SNIS, os mesmo são nomeados como critérios, quando são utilizados na aplicação do método multicritério.

1. Índice de Atendimento total de água (em porcentagem)

- **Formula para cálculo (IN055)**

$$\frac{AG001}{GE12a} \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

- Sendo:
 - AG001: População total atendida com abastecimento de água.
 - GE12a: População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE.

*POP_TOT: População total do município do ano de referência
(Fonte: IBGE).

2. Índice de Perdas de água na distribuição (em porcentagem)

- **Formula para cálculo (IN049)**

$$\frac{AG006 + AG018 - AG010 - AG024}{AG006 + AG018 - AG024} \times 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

- Sendo:
 - AG006: Volume de água produzido (em m³).
 - AG010: Volume de água consumido (em m³).
 - AG018: Volume de água tratado Importado (em m³).
 - AG024: Volume de serviço (em m³).

Eficiência do uso da água é maximizar a produtividade minimizando o consumo, inclusive reduzindo as perdas (ONU, ODS-6, 2018).

3. Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (em porcentagem)

- **Formula para cálculo (IN056)**

$$\frac{ES001}{GE12a} \times 100 \quad (\text{Eq. 4})$$

- Sendo:
 - ES001: População total atendida com esgotamento sanitário.
 - GE12a: População total residente do(s) município(s) com abastecimento de água, segundo o IBGE.

o GE12b: População total residente do(s) município(s) com esgotamento sanitário, segundo o IBGE.

*POP_TOT: População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE).

4. Índice de tratamento de esgoto (em porcentagem)

- **Formula para cálculo (IN016)**

$$\frac{ES006 + ES014 + ES015}{ES005 + ES013} \times 100 \quad (\text{Eq. 5})$$

- Sendo:

- o ES005: Volume de esgoto coletado (em m³).
- o ES006: Volume de esgoto tratado (em m³).
- o ES013: Volume de esgoto bruto importado (em m³).
- o ES014: Volume de esgoto importado tratado nas instalações do importador (em m³).
- o ES015: Volume de esgoto bruto exportado tratado nas instalações do importador (em m³).

5. Tarifa média praticada (em Reais por M³).

- **Formula para cálculo (IN004)**

$$\frac{FN001 *}{AG011 + ES007} \times \frac{1}{1.000} \quad (\text{Eq. 6})$$

*FN001 = FN002+ FN003+ FN007+ FN038

- Sendo:

- o AG011: Volume de água faturado (em m³).

- ES007: Volume de esgoto faturado (em m³).
- FN002: Receita operacional direta de água (em R\$).
- FN003: Receita operacional direta de esgoto (em R\$).
- FN007: Receita operacional direta de água exportada (bruta ou tratada)(em R\$)
- FN038: Receita operacional direta- esgoto bruto importado (em R\$)

É importante assegurar que a água tenha um valor razoavelmente adequado à luz da renda média das famílias o que pode variar de acordo com cada país, estado ou província, região ou município e que não custe tanto a ponto que um indivíduo e/ou agregado familiar não seja capaz de pagar sem comprometer outras necessidades básicas(ONU, 2018)

A Tabela 6, a seguir, sintetiza os indicadores com alguns parâmetros elaborados através da Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde e do PLANSAB.

O Indicador 5, Tarifa, não apresenta um valor explícito para a ser aplicada, pois além de haver as tarifas sociais e investimentos para que todos sejam atendidos com saneamento básico a preço justo (PLANSAB ,2013).

Os investimentos das prefeituras e governamentais deixam esse indicar com difícil avaliação de maneira geral, apenas foi levado em consideração na Tarifa na questão do valor repassado ao consumidor (quanto mais barato, mas acessível), sem levar outros fatores.

Tabela 6- Indicadores e Parâmetros

Indicadores		Parâmetros Modelo	
		Insatisfatório	Satisfatório
C1	Índice de Atendimento total de água	0% - 95%	95% - 100%
C2	Índice de Perdas de água na distribuição	25% - 100%	0% - 25%
C3	Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água	0% - 75%	≥ 75%
C4	Índice de tratamento de esgoto	0% - 75%	≥ 75%
C5	Tarifa média praticada	-	-

Fonte: Elaborado a partir da Portaria nº 2.914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) e do PLANSAB (BRASIL, 2013).

4.3 Tamanho da População.

Dos 5.570 municípios brasileiros, o SNIS 2017 apresenta informações de 5.126, com uma população urbana de 172,1 milhões de habitantes, assegurando uma representatividade de 92,0% em relação ao total de municípios e de 98,0% em relação à população urbana do Brasil. Para esgotamento sanitário, a quantidade de municípios é de 3.865 e a população urbana de 161,4 milhões de habitantes, uma representatividade de 69,4% em relação ao total de municípios e de 91,9% em relação à população urbana do Brasil.

Segundo IBGE (2011), assim como para o IPEA e usualidade apresentada por urbanistas de todo o mundo, municípios de pequeno porte são aqueles que possuem até 50mil habitantes (subdividindo-se em Pequeno Porte I – até 20mil e Pequeno Porte 2- de 20.001 até 50 mil).

Esses municípios por sua vez representam mais de 88% da realidade dos municípios brasileiros como é apresentado na Tabela 7:

Tabela 7- Número de municípios por Classe de Tamanho da População Brasil/2018

Classes de tamanho de população (habitantes)	Número de municípios	Percentual da classe (%)
até 2.000	123	2,2083
De 2.001 a 5.0000	1.134	20,3591
De 5.001 a 10.000	1.201	21,5619
De 10.001 a 20.000	1.349	24,2190
De 20.001 a 50.000	1.097	19,6948
De 50.001 a 100.000	349	6,2657
De 100.001 a 500.000	271	4,8654
De 500.001 a 1.000.000	29	0,5206
Mais de 1.000.001	17	0,3052
Total de municípios	5.570	100,0000

Fonte: IBGE, 2018 - Estimativas da população residente no Brasil.

4.4 Área de Estudo

Como área de estudo foi avaliada amostra da região do PCJ, situado no sudeste do país e que sofre com pouca disponibilidade hídrica e grande população.

Já foi apresentado que área é um das mais importantes do Brasil devido à participação significativa do PIB Nacional, além de concentrar uma das redes de infraestrutura de transporte mais importantes para o país, com as rodovias Anhanguera, Bandeirantes e D. Pedro I sua espinha dorsal, além da linha ferroviária FERROBAN e do aeroporto de Viracopos que detêm o maior volume de carga do país (AGÊNCIA DAS BACIAS DO PCJ, 2019)

Avaliou-se um grupo de 41 municípios com população até 50 mil habitantes inseridos no PCJ (UGRHI-05).

A UGRHI-5 (Bacias do PCJ já que se englobam alguns municípios do estado de Minas Gerais) possui 76 municípios dos quais 45 deles tem até 50mil habitantes, ou seja: aproximadamente 60% do total de municípios da Unidade, os mesmos estão apresentados na Tabela 8:

Tabela 8- Projeção de População dos municípios da UGRHI-05/SP com até 50 mil habitantes.

Município	Projeção de População (IBGE 2018)
1) Águas de São Pedro	3.380
2) Analândia	4.933
3) Anhembi	6.627
4) Bom Jesus dos Perdões	24.898
5) Brotas	24.163
6) Cabreúva	48.966
7) Camanducaia - MG	21.738
8) Charqueada	17.009
9) Cordeirópolis	24.221
10) Corumbataí	4.047
11) Dois Córregos	27.112
12) Elias Fausto	17.604
13) Engenheiro Coelho	20.284
14) Extrema - MG	35.474
15) Holambra	14.579
16) Ipeúna	7.401

Continua

Tabela 8 - Continuação

Município	Projeção de População (IBGE 2018)
17) Iracemópolis	23.846
18) Itapeva - MG	9.682
19) Itirapina	17.922
20) Jarinu	29.456
21) Joanópolis	13.098
22) Louveira	47.748
23) Mombuca	3.478
24) Monte Alegre do Sul	7.964
25) Morungaba	13.458
26) Nazaré Paulista	18.346
27) Pedra bela	6.075
28) Pedreira	47.361
29) Pinhalzinho	15.021
30) Piracaia	27.140
31) Rafard	9.050
32) Rio das Pedras	34.704
33) Saltinho	8.176
34) Santa Gertrudes	26.403
35) Santa Maria da Serra	6.107
36) Santo Antônio de Posse	23.085
37) São Pedro	35.318
38) Sapucaí – Mirim - MG	6.869
39) Serra Negra	29.001
40) Socorro	40.648
41) Tietê	41.662
42) Toledo - MG	6.217
43) Torrinha	9.963
44) Tuiuti	6.808
45) Vargem	10.378

Fonte: Adaptado. IBGE, 2018

Os municípios de Holambra, Santa Gertrudes, Santa Maria da Serra e Toledo, encontrados em destaque na Tabela 5, não participaram do estudo pois não fornecem dados, ou fornecem dados parciais para o SNIS 2017.

São apresentados a seguir dados em âmbito nacional, na região, nos estados de São Paulo e Minas Gerais e por fim os 41 municípios do estudo.

4.5 Apresentação da região e municípios estudados a partir dos dados do SNIS 2017.

4.5.1 Brasil

O Brasil possui 208.494.900 habitantes segundo estimativa do IBGE (2018), relativo ao abastecimento de água no país, tem-se um Índice de Atendimento Total de água que abrangem 83,47% da população, o que dá aproximadamente 174 milhões de habitantes, tem 55.966.087 ligações de água, e um índice de perdas na distribuição de 38,29% de água boa para consumo. Para Esgoto dispõe de um índice de Atendimento Total de esgoto de 52,36% da população, aproximadamente 109 milhões de brasileiros, e um Índice de tratamento de esgoto de 73,69%.

A Tarifa média do país por m³ de água é de R\$3,63.

4.5.2 Região Sudeste

A Região Sudeste possui 87.711.946 habitantes segundo estimativa do IBGE (2018), relativo ao abastecimento na região, tem-se um Índice de Atendimento Total de água que abrangem 91,25% da população, tem 25.424.738 ligações de água, e um índice de perdas na distribuição de 34,35% de água boa para consumo. Para Esgoto dispõe de um índice de Atendimento Total de esgoto de 78,56% da população, e um índice de tratamento de esgoto de 67,32%.

A Tarifa média da região por m³ de água é de R\$3,28.

4.5.3 São Paulo

O estado de São Paulo possui 45.538.936 habitantes segundo estimativa do IBGE (2018), relativo ao abastecimento no estado, tem-se um Índice de Atendimento Total de água que abrangem 96,25% da população, tem 14.649.908 ligações de água, e um índice de perdas na distribuição de 35,26% de água boa para consumo. Para Esgoto dispõe de um índice de Atendimento Total de esgoto de 89,65% da população, e um índice de tratamento de esgoto de 78,96%.

A Tarifa média do estado por m³ de água é de R\$3,07.

4.5.4 Minas Gerais

O estado de Minas Gerais possui 21.040.662 habitantes segundo estimativa do IBGE (2018), relativo ao abastecimento no estado, tem-se um Índice de Atendimento Total de água que abrangem 81,76% da população, tem 6.258.514 ligações de água, e um índice de perdas na distribuição de 35,60% de água boa para consumo. Para Esgoto dispõe de um índice de Atendimento Total de esgoto de 69,99% da população, e um Índice de tratamento de esgoto de 41,61%.

A Tarifa média do estado por m³ de água é de R\$3,04.

4.5.5 Cidades estudadas

- **Águas de São Pedro**

A cidade de Águas de São Pedro pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 22° 35' 56" Sul e a longitude 47° 52' 33" Oeste, a altitude de 470 metros e contém 3.380 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 45,81 km de extensão de rede, 2.534 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 42,71% e uma abrangência de abastecimento de 97,18%.

Para o esgoto dispõe de 35,41 km de rede de esgoto, uma abrangência de 92,44% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$3,25.

- **Analândia**

A cidade de Analândia pertence à Sub-Bacia do Rio Corumbataí, está localizada numa latitude 22° 07' 33" Sul e a longitude 47° 39' 46" Oeste, a altitude de 675 metros contém 4.933 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Analândia.

Para abastecimento de água o município dispõe de 50,00 km de extensão de rede, 1.910 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 10,00 e uma abrangência de abastecimento de 79,38%.

Para o esgoto dispõe de 40,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 79,38% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$4,45.

- **Anhembi**

A cidade de Anhembi pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 22° 47' 20" Sul e a longitude 48° 7' 37" Oeste, a altitude de 472 metros contém 6.627 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 42,49 km de extensão de rede, 2.397 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 42,77% e uma abrangência de abastecimento de 77,75%.

Para o esgoto dispõe de 28,06 km de rede de esgoto, uma abrangência de 73,66% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,65.

- **Bom Jesus dos Perdões**

A cidade de Bom Jesus dos Perdões pertence à Sub-Bacia do Rio Atibaia, está localizada numa latitude 23° 8' 6" Sul e a longitude 46° 27' 54" Oeste, a altitude de 770 metros contém 24.898 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Bom Jesus dos Perdões.

Para abastecimento de água o município dispõe de 160,60 km de extensão de rede, 7.808 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 29,99% e uma abrangência de abastecimento de 90,00%.

Para o esgoto dispõe de 125,07 km de rede de esgoto, uma abrangência de 87,51% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,77.

- **Brotas**

A cidade de Brotas pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 22° 17' 2" Sul e a longitude 48° 7' 37" Oeste, a altitude de 647 metros contém 24.163 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é um Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Brotas (SAAEB).

Para abastecimento de água o município dispõe de 158,00 km de extensão de rede, 9.323 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 35,81% e uma abrangência de abastecimento de 100%.

Para o esgoto dispõe de 158,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 95,81% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,37.

- **Cabreúva**

A cidade de Cabreúva pertence à Sub-Bacia do Rio Jundiáí, está localizada numa latitude 23° 18' 28" Sul e a longitude 47° 7' 58" Oeste, a altitude que varia de 640 metros a 1200 metros na Serra do Japi, contém 48.966 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 93,05 km de extensão de rede, 13.678 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 29,30% e uma abrangência de abastecimento de 74,52%.

Para o esgoto dispõe de 23,29 km de rede de esgoto, uma abrangência de 64,26% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,93.

- **Camanducaia - MG**

A cidade de Camanducaia pertence à Sub-Bacia do Rio Atibaia, está localizada numa latitude 22° 45' 18" Sul e a longitude 46° 8' 42" Oeste, a altitude de 1015 metros, contém 21.738 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA.

Para abastecimento de água o município dispõe de 109,96 km de extensão de rede, 7.809 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 33,64% e uma abrangência de abastecimento de 69,05%.

Para o esgoto dispõe de 54,31 km de rede de esgoto, uma abrangência de 52,95% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$3,41.

- **Charqueada**

A cidade de Charqueada pertence à Sub-Bacia do Rio Corumbataí, está localizada numa latitude 22° 30' 36" Sul e a longitude 47° 46' 40" Oeste, a altitude de 610 metros, contém 17.009 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 79,57 km de extensão de rede, 6.059 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 40,77% e uma abrangência de abastecimento de 99,52%.

Para o esgoto dispõe de 32,82 km de rede de esgoto, uma abrangência de 77,83% e apresenta 96,22% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,68.

- **Cordeirópolis**

A cidade de Cordeirópolis pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 22° 28' 55" Sul e a longitude 47° 27' 25" Oeste, a altitude de 647 metros contém 24.221 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é um Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Cordeirópolis (SAAE-Cordeirópolis).

Para abastecimento de água o município dispõe de 60,00 km de extensão de rede, 8.179 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 18,30% e uma abrangência de abastecimento de 100%.

Para o esgoto dispõe de 60,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 100% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,70.

- **Corumbataí**

A cidade de Corumbataí pertence à Sub-Bacia do Rio Corumbataí, está localizada numa latitude 22° 13' 12" Sul e a longitude 47° 37' 33" Oeste, a altitude de 608 metros contém 4.047 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura Municipal de Corumbataí (PMC).

Para abastecimento de água o município dispõe de 20,00 km de extensão de rede, 1.472 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 16,67% e uma abrangência de abastecimento de 99,11%.

Para o esgoto dispõe de 26,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 99,11% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,15.

- **Dois Córregos**

A cidade de Dois Córregos pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 22° 21' 57" Sul e a longitude 48° 22' 48" Oeste, a altitude de 673 metros contém 27.112 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é um Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Dois Córregos (SAAEDOCO).

Para abastecimento de água o município dispõe de 139,00 km de extensão de rede, 10.250 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 51,56% e uma abrangência de abastecimento de 94,69%.

Para o esgoto dispõe de 300,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 88,25% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,37.

- **Elias Fausto**

A cidade de Elias Fausto pertence à Sub-Bacia do Rio Capivari, está localizada numa latitude 23° 2' 34" Sul e a longitude 47° 22' 26" Oeste, a altitude de 605 metro, contém 17.009 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 57,13 km de extensão de rede, 5.535 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 21,87% e uma abrangência de abastecimento de 82,61%.

Para o esgoto dispõe de 57,21 km de rede de esgoto, uma abrangência de 84,35% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,80.

- **Engenheiro Coelho**

A cidade de Engenheiro Coelho pertence à Sub-Bacia do Rio Jaguari, está localizada numa latitude 22° 29' 16" Sul e a longitude 47° 12' 54" Oeste, a altitude de 655 metros contém 20.284 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é um Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Engenheiro Coelho (SAAEEC).

Para abastecimento de água o município dispõe de 45,00 km de extensão de rede, 4.477 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 47,07% e uma abrangência de abastecimento de 73,14%.

Para o esgoto dispõe de 44,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 72,04% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,37.

- **Extrema - MG**

A cidade de Extrema pertence à Sub-Bacia do Rio Jaguari, está localizada numa latitude 22° 51' 18" Sul e a longitude 46° 19' 4" Oeste, a altitude de 973 metros, contém 35.474 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais–COPASA.

Para abastecimento de água o município dispõe de 153,93 km de extensão de rede, 12.307 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 33,28% e uma abrangência de abastecimento de 83,71%.

Para o esgoto dispõe de 62,16 km de rede de esgoto, uma abrangência de 66,59% e apresenta 64,29% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$4,11.

- **Ipeúna**

A cidade de Ipeúna pertence à Sub-Bacia do Rio Corumbataí, está localizada numa latitude 22° 26' 09" Sul e a longitude 47° 43' 08" Oeste, a altitude de 635 metros contém 7.401 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Ipeúna.

Para abastecimento de água o município dispõe de 53,39 km de extensão de rede, 3.037 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 32,65% e uma abrangência de abastecimento de 86,07%.

Para o esgoto dispõe de 37,63 km de rede de esgoto, uma abrangência de 79,18% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,27.

- **Iracemápolis**

A cidade de Iracemápolis pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 22° 34' 51" Sul e a longitude 47° 31' 08" Oeste, a altitude de 608 metros contém 23.846 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Iracemápolis.

Para abastecimento de água o município dispõe de 100,00 km de extensão de rede, 8.066 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 11,76% e uma abrangência de abastecimento de 99,30%.

Para o esgoto dispõe de 100,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 99,30% e apresenta 95,51% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,04.

- **Itapeva - MG**

A cidade de Itapeva pertence à Sub-Bacia do Rio Jaguari, está localizada numa latitude 22° 46' 04" Sul e a longitude 46° 13' 15" Oeste, a altitude de 989 metros, contém 9.682 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais– COPASA.

Para abastecimento de água o município dispõe de 27,63 km de extensão de rede, 2.892 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 26,65% e uma abrangência de abastecimento de 52,07%.

Para o esgoto dispõe de 13,47 km de rede de esgoto, uma abrangência de 42,95% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,97.

- **Itirapina**

A cidade de Itirapina pertence à Sub-Bacia do Rio Corumbataí, está localizada numa latitude 22° 15' 10" Sul e a longitude 47° 49' 22" Oeste, a altitude de 770 metros contém 17.922 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Itirapina.

Para abastecimento de água o município dispõe de 80,90 km de extensão de rede, 6.317 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 24,83% e uma abrangência de abastecimento de 79,03%.

Para o esgoto dispõe de 45,46 km de rede de esgoto, uma abrangência de 88,67% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,60.

- **Jarinu**

A cidade de Jarinu pertence à Sub-Bacia do Rio Jundiáí, está localizada numa latitude 23° 06' 03" Sul e a longitude 46° 43' 40" Oeste, a altitude de 800 metro, contém 29.456 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 65,42 km de extensão de rede, 9.223 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 35,11% e uma abrangência de abastecimento de 64,70%.

Para o esgoto dispõe de 34,65 km de rede de esgoto, uma abrangência de 15,38% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$3,04.

- **Joanópolis**

A cidade de Joanópolis pertence à Sub-Bacia do Rio Jundiáí, está localizada numa latitude 22° 55' 48" Sul e a longitude 46° 16' 33" Oeste, a altitude de 906 metro, contém 13.098 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora

de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 35,35 km de extensão de rede, 2.348 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 14,51% e uma abrangência de abastecimento de 69,56%.

Para o esgoto dispõe de 22,94 km de rede de esgoto, uma abrangência de 61,54% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,58.

- **Louveira**

A cidade de Louveira pertence à Sub-Bacia do Rio Capivari, está localizada numa latitude 23° 05' 09" Sul e a longitude 46° 57' 03" Oeste, a altitude de 690 metros contém 47.748 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Louveira.

Para abastecimento de água o município dispõe de 278,19 km de extensão de rede, 12.115 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 49,37% e uma abrangência de abastecimento de 95,99%.

Para o esgoto dispõe de 180,12 km de rede de esgoto, uma abrangência de 83,55% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,62.

- **Mombuca**

A cidade de Mombuca pertence à Sub-Bacia do Rio Capivari, está localizada numa latitude 22° 55' 44" Sul e a longitude 47° 33' 57" Oeste, a altitude de 550 metros, contém 3.478 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 13,57 km de extensão de rede, 1,276 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 19,42% e uma abrangência de abastecimento de 91,35%.

Para o esgoto dispõe de 8,89 km de rede de esgoto, uma abrangência de 83,49% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,73.

- **Monte Alegre do Sul**

A cidade de Monte Alegre do Sul pertence à Sub-Bacia do Rio Camanducaia, está localizada numa latitude 22° 40' 55" Sul e a longitude 46° 40' 51" Oeste, a altitude de 750 metros contém 7.964 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Monte Alegre do Sul.

Para abastecimento de água o município dispõe de 21,00 km de extensão de rede, 2.404 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 20,07% e uma abrangência de abastecimento de 88,43%.

Para o esgoto dispõe de 21,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 47,64% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,39.

- **Morungaba**

A cidade de Morungaba pertence à Sub-Bacia do Rio Atibaia, está localizada numa latitude 22° 52' 48" Sul e a longitude 46° 47' 31" Oeste, a altitude de 765 metros, contém 13.458 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 37,07 km de extensão de rede, 4.412 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 30,34% e uma abrangência de abastecimento de 86,73%.

Para o esgoto dispõe de 34,23 km de rede de esgoto, uma abrangência de 83,73% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$3,10.

- **Nazaré Paulista**

A cidade de Nazaré Paulista pertence à Sub-Bacia do Rio Atibaia, está localizada numa latitude 23° 10' 51" Sul e a longitude 46° 23' 42" Oeste, a altitude de 845 metros, contém 18.346 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora

de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 84,06 km de extensão de rede, 4.373 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 26,93% e uma abrangência de abastecimento de 39,31%.

Para o esgoto dispõe de 16,08 km de rede de esgoto, uma abrangência de 12,75% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,88.

- **Pedra bela**

A cidade de Pedra Bela pertence à Sub-Bacia do Rio Camanducaia, está localizada numa latitude 22° 47' 34" Sul e a longitude 46° 26' 34" Oeste, a altitude de 1120 metros, contém 6.075 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 12,82 km de extensão de rede, 752 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 10,46% e uma abrangência de abastecimento de 25,34%.

Para o esgoto dispõe de 7,41 km de rede de esgoto, uma abrangência de 20,75% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$3,01.

- **Pedreira**

A cidade de Pedreira pertence à Sub-Bacia do Rio Jaguari, está localizada numa latitude 22° 44' 31" Sul e a longitude 46° 54' 03" Oeste, a altitude de 600 metros contém 47.361 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é um Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

Para abastecimento de água o município dispõe de 322,77 km de extensão de rede, 16.078 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 56,21% e uma abrangência de abastecimento de 99,16%.

Para o esgoto dispõe de 271,23 km de rede de esgoto, uma abrangência de 97,18% e apresenta 78,42% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,05.

- **Pinhalzinho**

A cidade de Pinhalzinho pertence à Sub-Bacia do Rio Camanducaia, está localizada numa latitude 22° 46' 44" Sul e a longitude 46° 35' 27" Oeste, a altitude de 970 metros, contém 15.021 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 55,37 km de extensão de rede, 3.870 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 27,70% e uma abrangência de abastecimento de 55,73%.

Para o esgoto dispõe de 34,17 km de rede de esgoto, uma abrangência de 44,99% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,65.

- **Piracaia**

A cidade de Piracaia pertence à Sub-Bacia do Rio Jaguari, está localizada numa latitude 23° 03' 14" Sul e a longitude 46° 21' 28" Oeste, a altitude de 792 metros, contém 27.140 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 147,51 km de extensão de rede, 8.808 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 31,67% e uma abrangência de abastecimento de 66,73%.

Para o esgoto dispõe de 68,70 km de rede de esgoto, uma abrangência de 49,41% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,74.

- **Rafard**

A cidade de Rafard pertence a Sub-Bacia do Rio Capivari, está localizada numa latitude 23° 00' 43" Sul e a longitude 47° 31' 37" Oeste, a altitude de 515 metros contém 9.050 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Rafard.

Para abastecimento de água o município dispõe de 62,00 km de extensão de rede, 2.913 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 40,00% e uma abrangência de abastecimento de 88,15%.

Para o esgoto dispõe de 56,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 88,15% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,54.

- **Rio das Peras**

A cidade de Pedreira pertence à Sub-Bacia do Rio Capivari, está localizada numa latitude 22° 50' 34" Sul e a longitude 47° 36' 21" Oeste, a altitude de 625 metros contém 34.704 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é um Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE).

Para abastecimento de água o município dispõe de 115,00 km de extensão de rede, 11,392 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 61,33% e uma abrangência de abastecimento de 94,68%.

Para o esgoto dispõe de 115,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 94,68% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,88.

- **Saltinho**

A cidade de Saltinho pertence à Sub-Bacia do Rio Capivari, está localizada numa latitude 22° 50' 49" Sul e a longitude 47° 40' 37" Oeste, a altitude de 595 metros contém 8.176 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Saltinho.

Para abastecimento de água o município dispõe de 63,00 km de extensão de rede, 2.865 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 40,89% e uma abrangência de abastecimento de 100%.

Para o esgoto dispõe de 56,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 100% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,48.

- **Santo Antônio de Posse**

A cidade de Santo Antônio de Posse pertence à Sub-Bacia do Rio Camanducaia, está localizada numa latitude 22°36' 21" Sul e a longitude 46° 55' 08" Oeste, a altitude de 695 metros contém 23.085 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Santo Antônio de Posse.

Para abastecimento de água o município dispõe de 41,00 km de extensão de rede, 2.515 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 48,32% e uma abrangência de abastecimento de 100%.

Para o esgoto dispõe de 41,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 100% e apresenta 80% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,44.

- **São Pedro**

A cidade de São Pedro pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 22° 32' 56" Sul e a longitude 47° 54' 50" Oeste, a altitude de 550 metros contém 35.318 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é um Serviço Autônomo de Água e Esgoto de São Pedro (SAAESP).

Para abastecimento de água o município dispõe de 196,00 km de extensão de rede, 14.660 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 48,76% e uma abrangência de abastecimento de 100%.

Para o esgoto dispõe de 126,50 km de rede de esgoto, uma abrangência de 100% e apresenta 10,24% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,66.

- **Sapucaí - Mirim - MG**

A cidade de Sapucaí - Mirim pertence à Sub-Bacia do Rio Jaguarí, está localizada numa latitude 22° 44' 52" Sul e a longitude 45° 44' 34" Oeste, a altitude de 885 metros, contém 6.869 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento de Minas Gerais–COPASA.

Para abastecimento de água o município dispõe de 28,56 km de extensão de rede, 1.898 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 41,39 % e uma abrangência de abastecimento de 91,45%.

Para o esgoto dispõe de 18,27 km de rede de esgoto, uma abrangência de 81,39% e apresenta 14,99% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,79.

- **Serra Negra**

A cidade de Serra Negra pertence à Sub-Bacia do Rio Camanducaia, está localizada numa latitude 22° 36' 43" Sul e a longitude 46° 42' 03" Oeste, a altitude de 925 metros e contém 29.001 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 119,75 km de extensão de rede, 9.760 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 21,61% e uma abrangência de abastecimento de 77,68%.

Para o esgoto dispõe de 94,95 km de rede de esgoto, uma abrangência de 65,27% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,79.

- **Socorro**

A cidade de Socorro pertence à Sub-Bacia do Rio Camanducaia, está localizada numa latitude 22° 35' 27" Sul e a longitude 46° 31' 44" Oeste, a altitude de 752 metros e contém 40.648 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 133,88 km de extensão de rede, 10.158 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 30,21% e uma abrangência de abastecimento de 59,99%.

Para o esgoto dispõe de 99,99 km de rede de esgoto, uma abrangência de 54,11% e apresenta 95,12% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,68.

- **Tietê**

A cidade de Tietê pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 23° 06' 07" Sul e a longitude 47° 42' 54" Oeste, a altitude de 508 metros contém 41.662 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é um Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE).

Para abastecimento de água o município dispõe de 165,00 km de extensão de rede, 16.775 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 40,00% e uma abrangência de abastecimento de 97,32%.

Para o esgoto dispõe de 137,60 km de rede de esgoto, uma abrangência de 88,36% e apresenta 44,98% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,51.

- **Torrinha**

A cidade de Torrinha pertence à Sub-Bacia do Rio Piracicaba, está localizada numa latitude 22° 25' 33" Sul e a longitude 48° 10' 08" Oeste, a altitude de 802 metros e contém 9.963 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 56,51 km de extensão de rede, 3.693 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 36,83% e uma abrangência de abastecimento de 91,26%.

Para o esgoto dispõe de 39,58 km de rede de esgoto, uma abrangência de 89,05% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,31.

- **Tuiuti**

A cidade de Tuiuti pertence à Sub-Bacia do Rio Jaguari, está localizada numa latitude 22°48' 57" Sul e a longitude 46° 41' 38" Oeste, a altitude de 790 metros contém 4.933 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Prefeitura de Tuiuti.

Para abastecimento de água o município dispõe de 28,00 km de extensão de rede, 1.813 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 51,91 e uma abrangência de abastecimento de 79,38%.

Para o esgoto dispõe de 7,00 km de rede de esgoto, uma abrangência de 33,95% e apresenta 0% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$1,69.

- **Vargem**

A cidade de Vargem pertence à Sub-Bacia do Rio Jaguari, está localizada numa latitude 22° 53' 20" Sul e a longitude 46° 24' 50" Oeste, a altitude de 845 metros contém 6.627 habitantes (IBGE, 2018), sua prestadora de serviço de saneamento é a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Para abastecimento de água o município dispõe de 48,60 km de extensão de rede, 2.101 ligações de água, um índice de Perdas de água na distribuição de 28,86% e uma abrangência de abastecimento de 49,07%.

Para o esgoto dispõe de 24,59 km de rede de esgoto, uma abrangência de 32,05% e apresenta 100% do seu esgoto tratado.

Aplica a tarifa média por m³ de R\$2,89.

A Tabela 9 sintetiza todos os municípios da amostra, com seus respectivos valores de critérios para auxiliar na aplicação do método, sendo:

- Indicador 1 – índice de abrangência de abastecimento (quanto maior o valor, em porcentagem, melhor)
- Indicador 2- índice de perdas no abastecimento (quanto menor o valor, em porcentagem, melhor)
- Indicador 3 - índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (quanto maior o valor, em porcentagem, melhor)
- Indicador 4 – índice de tratamento de esgoto (quanto maior o valor, em porcentagem, melhor)
- Indicador 5 - tarifa média praticada (em reais por m³)(custo mais baixo melhor, visão do consumidor)

Tabela 9 – Síntese dos valores dos Indicadores para cada Município.

Município/ Indicador	Indicador 1 (<%)	Indicador 2 (>%)	Indicador 3 (<%)	Indicador 4 (<%)	Indicador 5 (>R\$/m³)
Águas de São Pedro	97,18	42,71	92,44	100	3,25
Analândia	79,38	10	79,38	100	4,45
Anhembi	77,75	42,77	73,66	100	2,65
Bom Jesus dos Perdões	90	29,99	87,51	0	1,77
Brotas	100	35,81	95,81	100	1,37
Cabreúva	74,52	29,3	64,26	100	2,93
Camanducaia - MG	69,05	33,64	52,95	0	3,41
Charqueada	99,52	40,77	77,83	96,22	2,68
Cordeirópolis	100	18,3	100	0	1,70
Corumbataí	99,11	16,67	99,11	100	2,15
Dois Córregos	94,69	51,56	88,25	100	1,37
Elias Fausto	82,61	21,87	84,35	100	2,80
Engenheiro Coelho	73,14	47,07	72,04	100	1,37
Extrema - MG	83,71	33,28	66,59	64,29	4,11
Ipeúna	86,07	32,65	79,18	100	2,27
Iracemópolis	99,3	11,76	99,3	95,51	2,04
Itapeva - MG	52,07	26,65	42,95	0	2,97
Itirapina	79,03	24,83	88,67	100	1,60
Jarinu	64,7	35,11	15,38	100	3,04
Joanópolis	69,56	14,51	61,54	100	2,58
Louveira	99,95	49,37	83,55	100	1,62
Mombuca	91,35	19,42	83,49	100	2,73
Monte Alegre do Sul	88,43	20,07	47,64	0	1,39
Morungaba	86,73	30,34	83,73	100	3,10
Nazaré Paulista	39,31	26,93	12,75	100	2,88
Pedra bela	25,34	10,46	20,75	0	3,01
Pedreira	99,16	56,21	97,18	78,42	2,05
Pinhalzinho	55,73	27,7	44,99	100	2,65
Piracaia	66,73	31,67	49,41	100	2,74
Rafard	88,15	40	88,15	0	1,54
Rio das Pedras	94,68	61,33	94,68	0	1,88
Saltinho	100	40,89	100	100	1,48
Santo Antônio de Posse	100	48,32	100	80	1,44
São Pedro	100	48,76	100	10,24	1,66
Sapucaí – Mirim - MG	91,45	41,39	81,39	14,99	2,79
Serra Negra	77,68	21,61	65,27	100	2,79
Socorro	59,99	30,21	54,11	95,12	2,68
Tietê	97,32	40	88,36	44,98	1,51
Torrinha	91,26	36,83	89,05	100	2,31
Tuiuti	79,38	51,91	33,95	0	1,69
Vargem	49,07	28,86	32,05	100	2,89

Fonte: O Autor

5 APLICAÇÃO DO MÉTODO

Os Indicadores apresentados na Tabela 9, serão denominados a partir de agora como Critérios, pois para o método é a denominação correta.

Foi aplicado o método duas vezes, a primeira com os pesos diferentes entre os critérios, a segunda, com os 5 critérios com pesos iguais usando apenas como critério de desempate os critérios, isso foi efetuado para verificar se não há discrepância entre as aplicações e validar os valores encontrados.

5.1 Método SAW usando pesos Diferentes

Os pesos foram estabelecidos tendo com base trabalhos acadêmicos e governamentais sobre gestão de saneamento básico entre os anos de 2008 e 2018 onde sua maioria são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10- Trabalhos Base para Pesos dos Critérios.

Trabalhos/Critérios	C1	C2	C3	C4	C5
Instituto Trata Brasil 2018	X	X	X	X	X
ODS 6- ONU -2018	X	X	X	X	X
COSTA et. al. 2013	X	X	X	X	
LOUREIRO 2009	X	X	X	X	X
SALGADO & ARAUJO 2017			X	X	
CALIJURI et. al, 2009	X	X	X	X	
COSTA 2013	X	X	X	X	X
NIRAZAWA & OLIVEIRA , 2018	X		X	X	
SANTOS , 2018		X			

Fonte: Vários Autores.

Como o Brasil coleta grande parte do esgoto, mas não trata a maior parte (BRASIL, 2014), este critério foi posto como mais importante (peso maior) para a aplicação do método, além de que quanto mais esgoto é jogado no rio, o processo de autodepuração se torna cada vez mais difícil. O critério perda de abastecimento está junto com o tratamento de esgoto já que, segundo o SNIS (2011 – 2014- 2017) houve um retrocesso, aumentando as perdas e é o principal problema apontado pelos Comitês do PCJ (2019^a)

A partir dessas menções o autor atribuiu os seguintes pesos aos critérios, os critérios necessariamente precisam somar 1, para assim começar a aplicar o método:

- C1: 0,2
- C2: 0,25
- C3: 0,15
- C4: 0,25
- C5: 0,15

Os critérios numerados são apresentados anteriormente na Tabela 9, a seguir é feita a matriz por pares de critérios (2 a 2) apresentado na Tabela 11.

Tabela 11 - Matriz por pares de Critérios

Critérios	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1,000	0,333	3,000	0,333	3,000
C2	3,000	1,000	5,000	1,000	5,000
C3	0,333	0,200	1,000	0,200	1,000
C4	3,000	1,000	5,000	1,000	5,000
C5	0,333	0,200	1,000	0,200	1,000

Elaborado pelo Autor

Quando o critério possuía peso igual ao anterior foi colocado valor 1 na Tabela 11, quando o critério era 0,05 maior, atribuição de valor 3 e para peso 0,1 maior foi atribuído valor 5, e seus opostos quando o menor verificado pelo maior 1 dividido pelo número atribuído.

Após a definição da Matriz de pares de critérios para um maior apoio na tomada de decisão, faz-se necessário o cálculo do Índice de consistência (CI), como julgamento holístico para estabelecer um parâmetro de julgamento consistente (GODOI, 2014)

Esse cálculo é feito para verificar se não há discrepância dos valores atribuídos aos critérios.

Para tal a Matriz por pares de Critérios (Tabela 11) precisa ser normalizada assim a Tabela 12 apresenta a Matriz por pares de Critérios com o somatório.

Tabela 12 - Matriz por Pares de Critérios com Somatório

Critérios	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1,000	0,333	3,000	0,333	3,000
C2	3,000	1,000	5,000	1,000	5,000
C3	0,333	0,200	1,000	0,200	1,000
C4	3,000	1,000	5,000	1,000	5,000
C5	0,333	0,200	1,000	0,200	1,000
Σ	7,667	2,733	15,000	2,733	15,000

Elaborado pelo Autor

Obtidos os somatórios, cada peso será dividido pelo somatório para assim ser normalizado conforme mostra-se na Tabela 13.

Tabela 13 - Matriz por Pares de Critérios Normalizada.

Tab Norm.	C1	C2	C3	C4	C5	
C1	0,130	0,122	0,200	0,122	0,200	0,155
C2	0,391	0,366	0,333	0,366	0,333	0,358
C3	0,043	0,073	0,067	0,073	0,067	0,065
C4	0,391	0,366	0,333	0,366	0,333	0,358
C5	0,043	0,073	0,067	0,073	0,067	0,065
						1,000

Elaborado pelo Autor

Na Tabela 13, em azul é apresentado os pesos ponderados também intitulados autovetores. Segundo VARGAS (2010) a definição de contribuição para cada um dos critérios é calculado a partir do vetor de prioridade ou autovetor e é obtido pela média aritmética de cada critério. Esse resultado representa a participação de cada um dos critérios em percentual.

O Autovalor é apresentado pelo resultado dos autovetores (Tabela 13) multiplicados pelo somatório de cada coluna (Tabela 12), assim temos a Equação 7:

Equação de calculo do Autovalor:

$$((\Sigma C1x/5 * \Sigma C1y)+ (\Sigma C2x/5 * \Sigma C2y)+(\Sigma C3x/5 * \Sigma C3y)+(\Sigma Cx4/5 * \Sigma C4y) + (\Sigma C5x/5 * \Sigma C5y))= \text{Número Principal de Eigen} \quad (\text{EQ.7})$$

Em números temos :

Calculo do Autovalor :

$$((0,155*7,667)+(0,358*2,733)+(0,065*15)+(0,358*2,733)+(0,065*15))= 5,083$$

O autovalor é usado para se calcular o Índice de consistência que é obtido, a seguir, pela Equação 8, fornecida por SAATY (2013)

Equação do Índice de consistência:

$$CI = \frac{\lambda_{Max} - n}{n - 1} \quad (\text{EQ. 8})$$

Onde :

CI= Índice de Consistência, do inglês “*Consistency Index*”

λ_{max} = Autovalor

n= número de critérios na matriz

Cálculo do Índice de consistência:

$$CI = \frac{5,083 - 5}{5 - 1} = 0,02075$$

O resultado obtido com o Índice de Consistência será utilizado na obtenção da Taxa de Consistência (CR) que é apresentada como a razão entre o CI e o índice de consistência aleatório (RI). VARGAS (2010) afirma que a só será consistente se a matriz obtiver razão menor que 10%, ou seja aponte um valor menor que 0,1 .

Os valores de RI são fornecidos por SAATY (2008) na Tabela 14, a seguir :

Tabela 14 - Índices de Consistência Aleatória

Número de critérios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: SAATY, 2008

Após apresentado a Tabela 14, pode-se calcular a Taxa de Consistência a partir da Equação 9:

Equação da Taxa de consistência:

$$CR = \frac{CI}{RI} < 0,1 \sim 10\% \quad (\text{EQ. 9})$$

Como este trabalho consiste na avaliação de 5 critérios usamos o RI como 1,12, segundo Tabela 14 apresentada anteriormente, portanto o CR é igual a :

Cálculo da Taxa de consistência:

$$CR = \frac{0,02075}{1,12} = 0,0185$$

Como o resultado é menor que 0,1, a matriz é considerada consistente. Todo este processo é feito pra descobrir se não há discrepância no julgamento dos pesos, se o mesmo é consistente.

Feita a verificação, por julgamento holístico proposto por SAATY (2008) *apud*. GODOI (2014). Segue-se normalmente o método SAW.

Na Tabela 15, são apresentados novamente os 41 municípios do estudo, agora já quantificando nas escalas seus critérios (a indicação de cada valor está explicada no anexo 1). Para tal será utilizada a escala de SAATY, apresentada na Tabela 4, da mesma forma que usada por AFSHARI (2010).

Tabela 15 – Matriz decisão (valor na Escala de SAATY)

Município/ Critério	Critério1 (<%)	Critério 2 (>%)	Critério 3 (<%)	Critério4 (<%)	Critério 5 (>R\$/m³)
Águas de São Pedro	9	4	9	9	4
Analândia	7	9	7	9	1
Anhembi	7	4	7	9	6
Bom Jesus dos Perdões	8	6	8	1	8
Brotas	9	5	9	9	9
Cabreúva	6	6	6	9	5
Camanducaia - MG	6	5	5	1	4
Charqueada	9	4	7	9	6
Cordeirópolis	9	8	9	1	9
Corumbataí	9	8	9	9	7
Dois Córregos	9	2	8	9	9
Elias Fausto	7	7	8	9	5
Engenheiro Coelho	6	3	7	9	9
Extrema - MG	8	5	6	6	2
Ipeúna	8	6	7	9	7
Iracemópolis	9	9	9	9	8
Itapeva - MG	4	7	4	1	5
Itirapina	7	7	8	9	9
Jarinu	5	5	1	9	5
Joanópolis	6	9	6	9	6
Louveira	9	3	8	9	9
Mombuca	8	8	8	9	6
Monte Alegre do Sul	8	8	4	1	9
Morungaba	8	6	8	9	4
Nazaré Paulista	2	7	1	9	5
Pedra bela	1	9	1	1	5
Pedreira	9	1	9	8	8
Pinhalzinho	4	6	4	9	6
Piracaia	5	6	4	9	6
Rafard	8	4	8	1	9

Continua

Tabela 15 - Continuação

Município/ Critério	Critério1 (<%)	Critério 2 (>%)	Critério 3 (<%)	Critério4 (<%)	Critério 5 (>R\$/m³)
Rio das Pedras	9	1	9	1	8
Saltinho	9	4	9	9	9
Santo Antônio de Posse	9	3	9	8	9
São Pedro	9	3	9	1	9
Sapucaí – Mirim - MG	8	4	8	2	5
Serra Negra	7	7	6	9	5
Socorro	5	6	5	9	6
Tietê	9	4	8	5	9
Torrinha	8	5	8	9	7
Tuiuti	7	2	3	1	9
Vargem	3	6	2	9	5

Fonte: O autor

Agora calcula-se a matriz decisão normalizada segunda a Equação 10:

Equação para calculo matriz decisão normalizada para critério positivo (AFSHARI, 2010)

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_j^*}, \quad i = 1, \dots, 41, \quad j = 1, \dots \quad (\text{EQ. 10})$$

Sendo:

r_{ij} : Qual valor atribuído ao critério

r_j^* : maior valor atribuído ao critério, todos são 9

n_{ij} : valor a ser colocado na Tabela 16 para cada critério de cada município.

Esse calculo é feito para cada linha (municípios) e cada coluna (critérios) para podermos avaliar todos com valores de igual proporção.

É feito o calculo para toda a tabela usando a Equação 10, assim temos a Tabela 16 sendo a Matriz Decisão (em escala normalizada), apresentada a seguir:

Tabela 16 - Matriz Decisão (em escala normalizada)

Município/ Critério	Critério1 (<%)	Critério 2 (>%)	Critério 3 (<%)	Critério4 (<%)	Critério 5 (>R\$/m³)
Águas de São Pedro	1,00000	0,44444	1,00000	1,00000	0,44444
Analândia	0,77778	1,00000	0,77778	1,00000	0,11111
Anhembi	0,77778	0,44444	0,77778	1,00000	0,66667
Bom Jesus dos Perdões	0,88889	0,66667	0,88889	0,11111	0,88889
Brotas	1,00000	0,55556	1,00000	1,00000	1,00000
Cabreúva	0,66667	0,66667	0,66667	1,00000	0,55556
Camanducaia - MG	0,66667	0,55556	0,55556	0,11111	0,44444
Charqueada	1,00000	0,44444	0,77778	1,00000	0,66667
Cordeirópolis	1,00000	0,88889	1,00000	0,11111	1,00000
Corumbataí	1,00000	0,88889	1,00000	1,00000	0,77778
Dois Córregos	1,00000	0,22222	0,88889	1,00000	1,00000
Elias Fausto	0,77778	0,77778	0,88889	1,00000	0,55556
Engenheiro Coelho	0,66667	0,33333	0,77778	1,00000	1,00000
Extrema - MG	0,88889	0,55556	0,66667	0,66667	0,22222
Ipeúna	0,88889	0,66667	0,77778	1,00000	0,77778
Iracemápolis	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	0,88889
Itapeva - MG	0,44444	0,77778	0,44444	0,11111	0,55556
Itirapina	0,77778	0,77778	0,88889	1,00000	1,00000
Jarinu	0,55556	0,55556	0,11111	1,00000	0,55556
Joanópolis	0,66667	1,00000	0,66667	1,00000	0,66667
Louveira	1,00000	0,33333	0,88889	1,00000	1,00000
Mombuca	0,88889	0,88889	0,88889	1,00000	0,66667
Monte Alegre do Sul	0,88889	0,88889	0,44444	0,11111	1,00000
Morungaba	0,88889	0,66667	0,88889	1,00000	0,44444
Nazaré Paulista	0,22222	0,77778	0,11111	1,00000	0,55556
Pedra bela	0,11111	1,00000	0,11111	0,11111	0,55556
Pedreira	1,00000	0,11111	1,00000	0,88889	0,88889
Pinhalzinho	0,44444	0,66667	0,44444	1,00000	0,66667
Piracaia	0,55556	0,66667	0,44444	1,00000	0,66667
Rafard	0,88889	0,44444	0,88889	0,11111	1,00000
Rio das Pedras	1,00000	0,11111	1,00000	0,11111	0,88889
Saltinho	1,00000	0,44444	1,00000	1,00000	1,00000
Santo Antônio de Posse	1,00000	0,33333	1,00000	0,88889	1,00000
São Pedro	1,00000	0,33333	1,00000	0,11111	1,00000
Sapucai – Mirim - MG	0,88889	0,44444	0,88889	0,22222	0,55556
Serra Negra	0,77778	0,77778	0,66667	1,00000	0,55556
Socorro	0,55556	0,66667	0,55556	1,00000	0,66667
Tietê	1,00000	0,44444	0,88889	0,55556	1,00000
Torrinha	0,88889	0,55556	0,88889	1,00000	0,77778
Tuiuti	0,77778	0,22222	0,33333	0,11111	1,00000
Vargem	0,33333	0,66667	0,22222	1,00000	0,55556

Fonte: O Autor

Para chegar ao resultado final, precisa-se multiplicar o valor dos 5 critérios, cada qual com seu respectivo peso já normalizado e somá-los para assim obter o resultado do método para todos os 41 município.

Quanto mais próximo de 1 (um) melhor será a gestão de saneamento. É apresentado a Tabela 17 com o peso dos 5 critérios já normalizados, os quais já estavam contidos na tabela 11.

Tabela 17 - Pesos de Critérios Normalizados

Critério	Peso Normalizado
C1 - Abrangência de Abastecimento	0,155
C2 - Perdas No Abastecimento	0,358
C3 - Atendimento total de esgoto referido	0,065
C4 - Tratamento de Esgoto	0,358
C5 - Tarifa Média	0,065

Fonte: O Autor

A fórmula para cálculo para cada município é apresentada a seguir e logo após a Tabela 16 com o resultado de todos os municípios em ordem alfabética.

Fórmula para cálculo do resultado do Método SAW.

$$\text{Total para município X} = ((\text{Valor de C1x} * \text{Peso de C1}) + (\text{Valor de C2x} * \text{Peso de C2}) + (\text{Valor de C3x} * \text{Peso de C3}) + (\text{Valor de C4x} * \text{Peso de C4}) + (\text{Valor de C5x} * \text{Peso de C5})) \quad (\text{EQ. 11})$$

Cálculo do resultado do Método SAW.

$$\text{Total para município X} = ((\text{Valor de C1x} * 0,155) + (\text{Valor de C2x} * 0,358) + (\text{Valor de C3x} * 0,065) + (\text{Valor de C4x} * 0,358) + (\text{Valor de C5x} * 0,065)).$$

A Tabela 18 apresenta o resultado do Método SAW em ordem alfabética.

Tabela 18 - Resultados do Método SAW

Município	Pontuação
Águas de São Pedro	0,766000
Analândia	0,894333
Anhembi	0,731556
Bom Jesus dos Perdões	0,531778
Brotas	0,841889
Cabreúva	0,779444
Camanducaia - MG	0,407000
Charqueada	0,766000
Cordeirópolis	0,643000
Corumbataí	0,946778
Dois Córregos	0,715333
Elias Fausto	0,850889
Engenheiro Coelho	0,696222
Extrema - MG	0,633111
Ipeúna	0,835556
Iracemápolis	0,993778
Itapeva - MG	0,452111
Itirapina	0,879778
Jarinu	0,686333
Joanópolis	0,906000
Louveira	0,755111
Mombuca	0,915111
Monte Alegre do Sul	0,589667
Morungaba	0,821111
Nazaré Paulista	0,714222
Pedra bela	0,458333
Pedreira	0,635778
Pinhalzinho	0,737778
Piracaia	0,755000
Rafard	0,459444
Rio das Pedras	0,357333
Saltinho	0,802111
Santo Antônio de Posse	0,722556
São Pedro	0,444111
Sapucaí – Mirim - MG	0,470333
Serra Negra	0,836444
Socorro	0,762222
Tietê	0,635778
Torrinha	0,803000
Tuiuti	0,326556
Vargem	0,698889

Fonte: O autor

A tabela com os resultados e suas colocações (Tabela 20), além dos critérios de desempate entre colocados, é apresentado no item Resultados.

5.2 Método SAW usando os Pesos Iguais

Nesta segunda aplicação do Método foi aplicado o mesmo peso para os 5 critérios, todos com o peso 0,2. São seguidos todos os passos assim como na aplicação anterior só que omitido passagens, equações e algumas tabelas para um desenvolvimento mais rápido.

Como todos os critérios possuem nesse caso o mesmo peso, não há necessidade de fazer a matriz por pares de Critérios e nem normalizá-la, pois os valores normalizados serão: 1/número de critérios. O Índice de consistência também não é necessário, pois dará 0% já que os valores são todos iguais, o que representa uma matriz totalmente consistente.

Usam-se as mesmas Tabelas, 15 e 16, já que os valores em escala atribuídos são dos dados de cada município, e a Tabela 17, como todos os critérios possuem o mesmo peso não se faz necessária.

A Tabela 19 já apresenta o resultado de todos os municípios em ordem alfabética (feito através da Equação 11, apresentada anteriormente).

Tabela 19 - Resultados do Método SAW para pesos Iguais

Município	Pontuação
Águas de São Pedro	0,777778
Analândia	0,733333
Anhembi	0,733333
Bom Jesus dos Perdões	0,688889
Brotas	0,911111
Cabreúva	0,711111
Camanducaia - MG	0,466667
Charqueada	0,777778
Cordeirópolis	0,800000
Corumbataí	0,933333
Dois Córregos	0,822222
Elias Fausto	0,800000
Engenheiro Coelho	0,755556
Extrema - MG	0,600000
Ipeúna	0,822222
Iracemápolis	0,977778
Itapeva - MG	0,466667
Itirapina	0,888889
Jarinu	0,555556
Joanópolis	0,800000
Louveira	0,844444
Mombuca	0,866667
Monte Alegre do Sul	0,666667

Continua

Tabela 19 - Continuação

Município	Pontuação
Morungaba	0,777778
Nazaré Paulista	0,533333
Pedra bela	0,377778
Pedreira	0,777778
Pinhalzinho	0,644444
Piracaia	0,666667
Rafard	0,666667
Rio das Pedras	0,622222
Saltinho	0,888889
Santo Antônio de Posse	0,844444
São Pedro	0,688889
Sapucaí – Mirim - MG	0,600000
Serra Negra	0,755556
Socorro	0,688889
Tietê	0,777778
Torrinha	0,822222
Tuiuti	0,488889
Vargem	0,555556

Fonte: O autor

Da mesma forma como para os pesos dos critérios diferentes a tabela com os resultados e suas colocações (Tabela 21), além dos critérios de desempate entre colocados, é apresentado no item Resultados.

5.3 Análise Cluster

Para melhor visualizar os resultados, nas duas opções (pesos diferentes e pesos iguais), foi aplicada uma Análise *Cluster* (análise de agrupamentos) com a apresentação de um dendrograma.

A Análise Cluster, ou Metodologia *Clustering* , é uma abordagem de análise estatística multivariada (JOHNSON& WICHERN, 2007).

É apresentada a partir desta técnica, grupos com características muito semelhantes entre si, o que possibilita uma melhor verificação dos resultados de cada grupo (TANAKA et. al 2015).

A metodologia usada para a divisão é a hierárquica (já que queremos a hierarquia dos municípios) e usando parâmetro da distancia euclidiana para obter-se 5 grupos de análise.

6 RESULTADOS

6.1 Resultados do Método SAW com Pesos de Critérios Diferentes.

Na Tabela 20, a seguir, os resultados são colocados em ordem decrescente.

O critério de desempate usado para o 15º e o 16º colocados foi aquele que na Matriz Decisão Normalizada (Tabela 16) apresentou a maior quantidade de valores absolutos, ou seja, quem possuía maior número de números 1 (um) na Tabela 16.

Para o 29º e o 30º colocados, além do critério de desempate descrito houve a necessidade de mais um critério, neste caso foi adota o município que possuísse o menor valor na Tabela 14, em qualquer um dos critérios obteria uma colocação inferior.

Tabela 20- Colocação dos Municípios

Colocação	Município	Pontuação
1	Iracemápolis	0,993778
2	Corumbataí	0,946778
3	Mombuca	0,915111
4	Joanópolis	0,906000
5	Analândia	0,894333
6	Itirapina	0,879778
7	Elias Fausto	0,850889
8	Brotas	0,841889
9	Serra Negra	0,836444
10	Ipeúna	0,835556
11	Morungaba	0,821111
12	Torrinha	0,803000
13	Saltinho	0,802111
14	Cabreúva	0,779444
15	Águas de São Pedro	0,766000
16	Charqueada	0,766000
17	Socorro	0,762222

Continua

Tabela 20 - Continuação

Colocação	Município	Pontuação
18	Louveira	0,755111
19	Piracaia	0,755000
20	Pinhalzinho	0,737778
21	Anhembi	0,731556
22	Santo Antônio de Posse	0,722556
23	Dois Córregos	0,715333
24	Nazaré Paulista	0,714222
25	Vargem	0,698889
26	Engenheiro Coelho	0,696222
27	Jarinu	0,686333
28	Cordeirópolis	0,643000
29	Tietê	0,635778
30	Pedreira	0,635778
31	Extrema - MG	0,633111
32	Monte Alegre do Sul	0,589667
33	Bom Jesus dos Perdões	0,531778
34	Sapucaí – Mirim - MG	0,470333
35	Rafard	0,459444
36	Pedra bela	0,458333
37	Itapeva - MG	0,452111
38	São Pedro	0,444111
39	Camanducaia - MG	0,407000
40	Rio das Pedras	0,357333
41	Tuiuti	0,326556

Fonte: o Autor

6.2 Resultado do Método SAW com Pesos Iguais de Critérios.

Como no caso do resultados do método SAW com pesos de critérios iguais há uma quantidade maior de municípios iguais.

Quando o critério de desempate é o próprio critério do método, seguiu-se a ordem dos critérios com pesos diferentes tendo a escolha do autor quando dois critérios fossem iguais.

Os critérios de desempate foram, sempre na Matriz decisão Normalizada (Tabela 16):

- 1- A maior quantidade de valores absolutos, ou seja quem possuía maior número de números 1 (um) na tabela.
- 2- O município que possuísse o menor valor em qualquer um dos critérios ficaria para trás.
- 3- O valor no critério Perda de Abastecimento (C2)
- 4- O valor no critério Tratamento de Esgoto (C4)
- 5- O valor no critério Abrangência de abastecimento (C1)

Assim, temos a na Tabela 21, a colocação de todos os municípios em ordem decrescente:

Tabela 21 - Colocação dos Municípios para Critérios Iguais

Colocação	Município	Pontuação
1	Iracemápolis	0,977778
2	Corumbataí	0,933333
3	Brotas	0,911111
4	Saltinho	0,888889
5	Itirapina	0,888889
6	Mombuca	0,866667
7	Louveira	0,844444
8	Santo Antônio de Posse	0,844444
9	Dois Córregos	0,822222
10	Ipeúna	0,822222
11	Torrinha	0,822222
12	Cordeirópolis	0,800000
13	Joanópolis	0,800000
14	Elias Fausto	0,800000
15	Morungaba	0,777778
16	Charqueada	0,777778
17	Tietê	0,777778
18	Pedreira	0,777778

Continua

Tabela 21 - Continuação

Colocação	Município	Pontuação
19	Águas de São Pedro	0,777778
20	Engenheiro Coelho	0,755556
21	Serra Negra	0,755556
22	Analândia	0,733333
23	Anhembi	0,733333
24	Cabreúva	0,711111
25	São Pedro	0,688889
26	Socorro	0,688889
27	Bom Jesus dos Perdões	0,688889
28	Piracaia	0,666667
29	Monte Alegre do Sul	0,666667
30	Rafard	0,666667
31	Pinhalzinho	0,644444
32	Rio das Pedras	0,622222
33	Extrema - MG	0,600000
34	Sapucaí – Mirim - MG	0,600000
35	Vargem	0,555556
36	Jarinu	0,555556
37	Nazaré Paulista	0,533333
38	Tuiuti	0,488889
39	Camanducaia - MG	0,466667
40	Itapeva - MG	0,466667
41	Pedra bela	0,377778

Fonte: O autor

7 ANÁLISE DOS RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi aplicado uma análise Cluster para melhor visualizar os grupos de municípios, a análise foi aplicada partir do software Action Stat 3, da empresa Estatcamp - Consultoria Estatística e Qualidade, em sua versão de teste, que trabalha juntamente com o Microsoft Office Excel.

Este Software é utilizado por várias empresas de todos os ramos, o que demonstra que pode ser usado para vários fins.

A partir do Excel, onde já consta numa tabela os municípios e os valores dos resultados atribuídos pelo método, o software identifica as informações e apresenta, a partir de *clustering*, o dendrograma e a tabela de grupos do mesmo.

Para o trabalho em questão, o resultado foi dividido em 5 grupos para melhor localizar municípios com as melhores gestões de saneamento, os municípios medianos e os piores, tendo-se dois grupos de transição entre eles.

Os Grupos são:

- Grupo 1 – Municípios com as Melhores gestões de saneamento.
- Grupo 2 – Municípios com gestões boas.
- Grupo3 – Municípios com gestões medianas.
- Grupo 4 – Municípios com gestões regulares.
- Grupo 5 – Municípios com as piores gestões de saneamento.

Foram feitos testes com 3, 5 e 7 grupos (coloca-se o número de grupos que se deseja no software (Anexo 2)) e decidiu-se que para melhor visualização e indicação dos grupos, assim a divisão em 5 grupos é considerada mais pertinente.

7.1 Análise com pesos diferentes.

A partir da Tabela 20, Tabela dos resultados, apresentada anteriormente foi executado o software (apresentado no Anexo 2 o passo a

passo) e obtido resultados apresentados na Tabela 22 organizados em 5 grupo, a seguir:

Tabela 22 - Agrupamento Método Hierárquico com pesos diferentes

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Iracemápolis	Mombuca	Cabreúva	Cordeirópolis	Sapucaí – Mirim - MG
Corumbataí	Joanópolis	Águas de São Pedro	Pedreira	Rafard
	Analândia	Charqueada	Tietê	Pedra bela
	Itirapina	Socorro	Extrema - MG	Itapeva - MG
	Elias Fausto	Louveira	Monte Alegre do Sul	São Pedro
	Brotas	Piracaia	Bom Jesus dos Perdões	Camanducaia - MG
	Serra Negra	Pinhalzinho		Rio das Pedras
	Ipeúna	Anhembi		Tuiuti
	Morungaba	Santo Antônio de Posse		
	Torrinha	Dois Córregos		
	Saltinho	Nazaré Paulista		
		Vargem		
		Engenheiro Coelho		
		Jarinu		

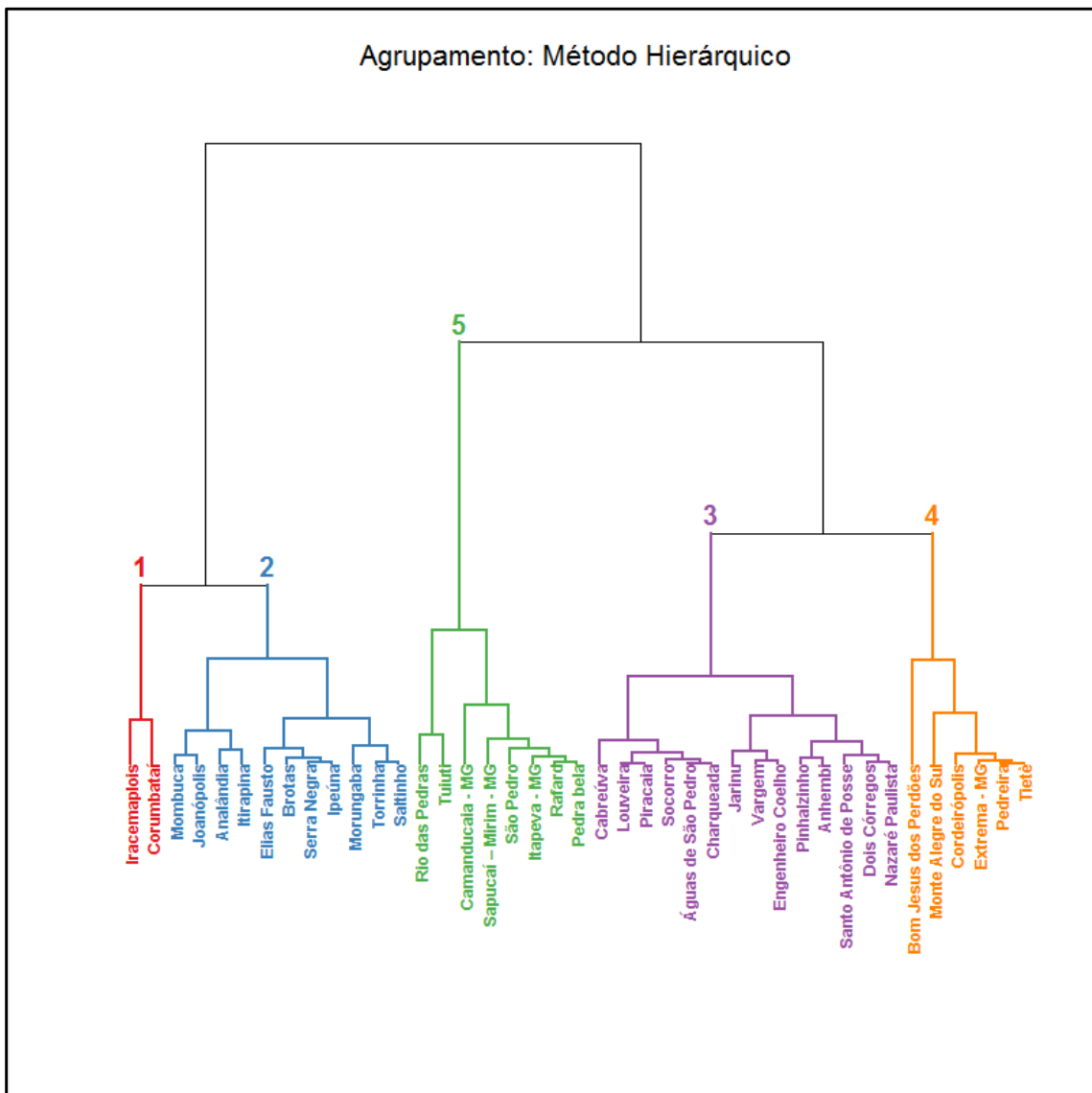
Fonte: O Autor

As notas atribuídas para cada Grupo são definidas pelo Software Action Stat 3. Para os municípios da Tabela 22 os valores aproximados das notas de corte são:

- Grupo 1 – Notas acima de 0,930
- Grupo 2 – Notas entre 0,800 e 0,929
- Grupo 3 – Notas entre 0,799 e 0,660
- Grupo 4 – Notas entre 0,520 e 0,659
- Grupo 5 – Notas abaixo de 0,520.

Esses números são aproximados, descobertos pelo autor a partir da análise dos grupos, já que o método não deixa expressa as notas atribuídas. Na sequência, a Figura 10 apresenta o dendrograma dos grupos.

Figura 11 - Dendrograma Cluster (Pesos Diferentes)



Fonte: O autor

7.1.1 Grupo 1

É percebido que o Grupo 1, que contam as duas melhores gestões de saneamento, das estudadas são as dos municípios de:

- Iracemópolis
- Corumbataí

São os municípios que apresentam todos os critérios como satisfatórios em relação a Tabela 6, e que possuem tarifas muito próximas da tarifa mais baixa.

Esses municípios possuem alto grau de abrangência de abastecimento (C1), de atendimento de esgoto (coleta)(C3), de tratamento de esgoto (C4) além de uma baixa porcentagem de perdas de abastecimento (C2), e uma tarifa (C5) abaixo do valor médio das tarifas da amostra (Valor médio da tarifa = R\$2,37).

Isto demonstra que a gestão do saneamento nestes municípios, em relação aos estudados e aos indicadores escolhidos, está em ótimos níveis.

7.1.2 Grupo 2

No Grupo 2, o grupo dos Municípios com gestões de saneamento boas, um grupo de transição, grupo que está próximo de alcançar o topo, mas que possuem aspectos a melhorar. Tem-se 11 municípios nesse grupo que são:

- Mombuca
- Joanópolis
- Analândia
- Itirapina
- Elias Fausto
- Brotas
- Serra Negra
- Ipeúna
- Morungaba
- Torrinha
- Saltinho

São Municípios em que apresentam um ou mais critérios como satisfatórios, alguns tendo até 4, mas um deles sempre tem pontuação baixa, para cada município do grupo um indicador diferente sendo o mais presente

com pontuação baixa as percas no abastecimento, assim não os deixam no primeiro Grupo.

A troca de tubulações antigas e a utilização de válvulas redutoras de pressão são algumas das providências que podem ser tomadas para melhoria nesses municípios, assim alcançarem melhores resultados.

7.1.3 Grupo 3

No Grupo 3, são apresentados os municípios intermediários, aqueles que ficam com uma gestão mediana, que apresentam no mínimo algum indicador como satisfatório segunda a Tabela 6, mas sempre é visado o 100% para a abrangência de abastecimento e de esgoto, assim como para o tratamento de esgoto, e diminuição das perdas (utopia de 0% de perda). São 14 os municípios deste grupo, apresentados a seguir em ordem do melhor do grupo ao pior

- Cabreúva
- Águas de São Pedro
- Charqueada
- Socorro
- Louveira
- Piracaia
- Pinhalzinho
- Anhembi
- Santo Antônio de Posse
- Dois Córregos
- Nazaré Paulista
- Vargem
- Engenheiro Coelho
- Jarinu

Cada município apresenta índice satisfatório em algum critério, não sendo o mesmo entre eles, além do mais, apresentam valores de tarifas bem

diferentes entre si, o que ajudou na colocação de cada um dos municípios, além dos valores insatisfatórios para os critérios que quanto mais distante do desejado, mais pontos o município perde.

Estes municípios possuem uma menor abrangência de abastecimento e de coleta de esgoto mas como indicador problemático mais visível o índice de perda, o qual está alto, além da necessidade de diminuí-las, isso interfere diretamente na tarifa já que a água perdida foi tratada, para assim as concessionárias conseguirem melhorar as redes de abastecimento e de esgoto e/ou diminuírem as tarifas aos consumidores.

Além das medidas apresentadas para o grupo 2, aumentar a abrangência de abastecimento e de coleta de esgoto fazem importante parte para melhoria nesses municípios.

7.1.4 Grupo 4

No Grupo 4, grupo dos municípios com gestões regulares, estão contidos 6 municípios listados a seguir:

- Cordeirópolis
- Pedreira
- Tietê
- Extrema - MG
- Monte Alegre do Sul
- Bom Jesus dos Perdões

Este grupo está bem próximo de gestões ruins, atendem em alguns casos um critério como satisfatório, mas tem defasagem em vários outros, dentre eles os mais aparentes do grupo são os índices de perdas no abastecimento e o tratamento de esgoto (3 deles o tratamento é 0).

Neste grupo além das recomendações dos grupos anteriores, há a necessidade urgente de investimentos em tratamento de esgoto, pois isso afeta além do meio-ambiente, os municípios a jusante gastam muito mais para fazer o tratamento da água.

7.1.5 Grupo 5

Este Grupo é o que possui os piores índices entre as gestões dos municípios estudados e os critérios utilizados, mesmo que em algum critério seja atendido como satisfatório através dos parâmetros da Tabela 6, mas os outros critérios o “puxam” para baixo já que estão muito distantes dos valores satisfatórios.

Os 8 municípios desse grupo são, em ordem do melhor para o pior:

- Sapucaí – Mirim - MG
- Rafard
- Pedra bela
- Itapeva - MG
- São Pedro
- Camanducaia - MG
- Rio das Pedras
- Tuiuti

Em sua grande maioria são municípios que zeraram o critério tratamento de esgoto, há altos valores de perdas de abastecimento, falta coleta de esgoto e ainda tem um custo mais elevado, para alguns municípios, que a média da região (R\$ 2,37), assim eles obtiveram colocações baixas no estudo.

São municípios que necessitam urgente desenvolver uma melhor gestão de saneamento, fazer tudo o que foi apresentado para os grupos anteriores, mas de maneira mais eficaz, buscando além de melhor atender o consumidor, ter sua sustentabilidade, assim ajudando o meio-ambiente.

7.2 Análise com pesos iguais

Esta segunda aplicação do método é feita para validar a primeira, mostrando que mesmo com critérios de igual importância, os grupos se mantêm parecidos, apresentando mudanças em sua maioria um grupo para cima ou para baixo (grupos intermediários).

A partir da Tabela 21, apresentada anteriormente é rodado o software (apresentado no Anexo 2 o passo a passo) e é obtido a Tabela 23 a seguir, onde são apresentados os 5 grupos e logo após a Figura 11 que contém o dendrograma dos grupos.

Tabela 23 - Agrupamento Método Hierárquico com pesos iguais

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Iracemápolis	Louveira	Analândia	Vargem	Pedra bela
Corumbataí	Santo Antônio de Posse	Anhembi	Jarinu	
Brotas	Dois Córregos	Cabreúva	Nazaré Paulista	
Saltinho	Ipeúna	São Pedro	Tuiuti	
Itirapina	Torrinha	Socorro	Camanducaia - MG	
Mombuca	Cordeirópolis	Bom Jesus dos Perdões	Itapeva - MG	
	Joanópolis	Piracaia		
	Elias Fausto	Monte Alegre do Sul		
	Morungaba	Rafard		
	Charqueada	Pinhalzinho		
	Tietê	Rio das Pedras		
	Pedreira	Extrema - MG		
	Águas de São Pedro	Sapucai – Mirim - MG		
	Engenheiro Coelho			
	Serra Negra			

Fonte: O Autor

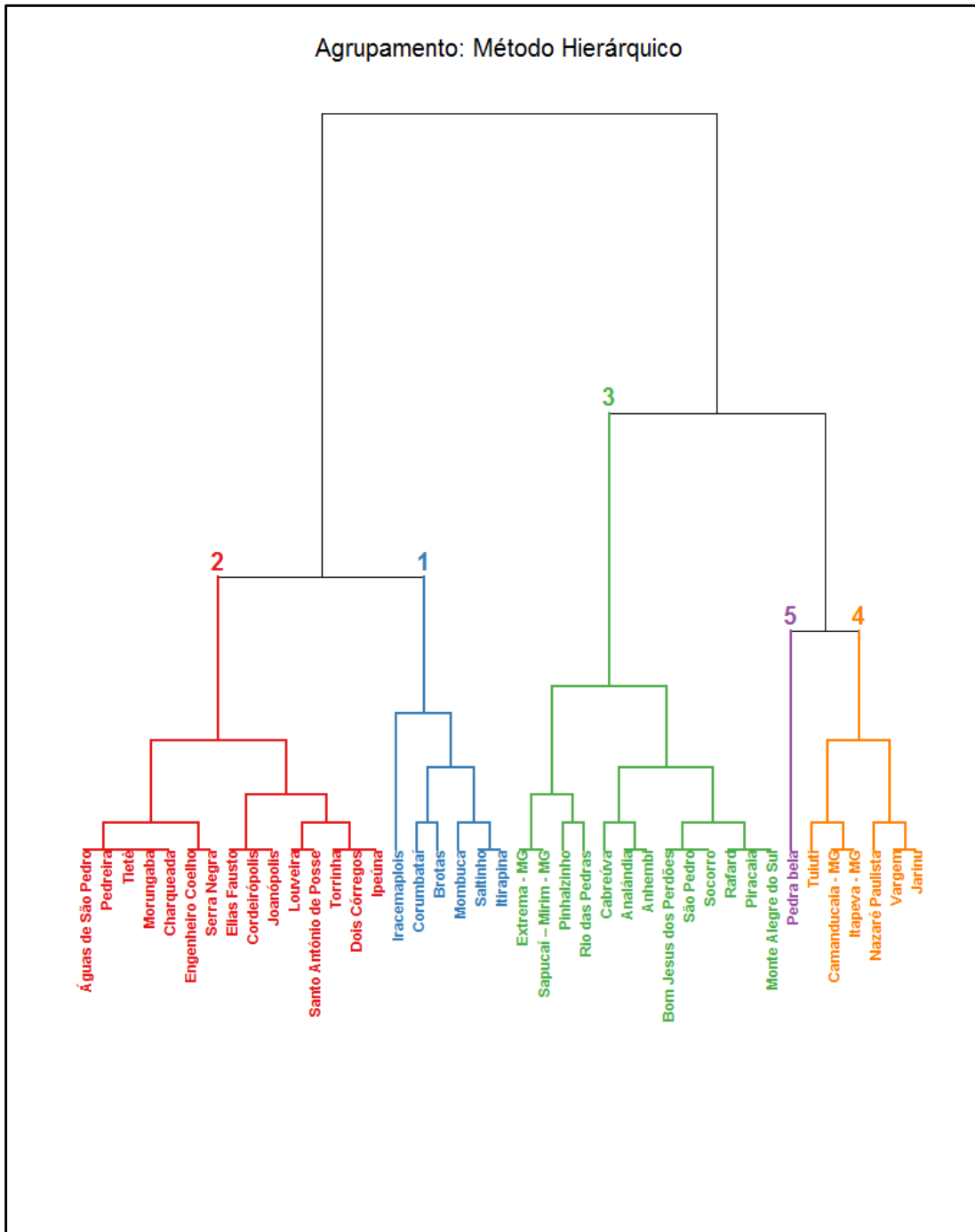
Assim como para os pesos diferentes, nos pesos iguais utilizando o mesmo Software, que separa os Grupos da para a Tabela 23, acima, esses os valores aproximados das notas de corte são:

- Grupo 1 – Notas acima de 0,850
- Grupo 2 – Notas entre 0,750 e 0,849
- Grupo3 – Notas entre 0,600 e 0,749
- Grupo 4 – Notas entre 0,450 e 0,599
- Grupo 5 – Notas abaixo de 0,450.

Esses números são aproximados, descobertos pelo autor a partir da análise dos grupos, já que o método não deixa expressa as notas atribuídas.

Na sequência, a Figura 11 apresenta o dendrograma dos grupos, agora resultado dos critérios com pesos iguais:

Figura 12 - Dendrograma Cluster (Pesos iguais)



Fonte: O Autor

7.2.1 Grupo 1

Com pesos iguais esse grupo aumentou um pouco de tamanho, mas os dois primeiros colocados se mantêm os mesmos. São esses os 6 municípios desse grupo apresentado em ordem hierárquica:

- Iracemápolis
- Corumbataí
- Brotas
- Saltinho
- Itirapina
- Mombuca

Nesse Grupo, pelo menos 2 dos critérios atingem níveis satisfatórios e os outros estão perto do satisfatório, além do mais, apenas o município de Mombuca apresenta Tarifa maior que a média(Valor médio da Tarifa R\$2,37, Mombuca tem uma Tarifa de R\$2,73), os outros todos apresentam valores abaixo da média, o indicador que se apresenta menos satisfatório para esse grupo é a o índice de perdas no abastecimento que é um problema quase que de todos os municípios do estudo.

7.2.2 Grupo 2

Este grupo que agora possui 15 municípios que são:

- Louveira
- Santo Antônio de Posse
- Dois Córregos
- Ipeúna
- Torrinha
- Cordeirópolis
- Joanópolis
- Elias Fausto
- Morungaba

- Charqueada
- Tietê
- Pedreira
- Águas de São Pedro
- Engenheiro Coelho
- Serra Negra

Como as pontuações dos municípios ficaram mais parecidas, principalmente o Grupo 2 e o 3 aumentaram de tamanho, pois as pontuações entre municípios ficaram mais próximos.

Como dito para o Grupo 2 com pesos de critérios diferentes, as gestões desse grupo apresentam um ou mais critérios como satisfatórios, mas sempre deixam um ou mais deles com pontuação baixa, o critério que mais apresentou problema nele é o mesmo que no grupo anterior, o índice de perdas de abastecimento, mas em conjunto, para cada município, com mais algum que interfere na colocação de modo efetivo.

É um grupo que precisa de melhorias, como todos, mas que não tão extraordinárias quanto às dos próximos grupos.

7.2.3 Grupo 3

Este Grupo é o que, com pesos iguais, sofreu as maiores alterações de municípios, municípios que estavam no Grupo 5, com pesos diferentes encontram-se nesse grupo agora, são 13 os municípios deste grupo apresentados a seguir:

- Analândia
- Anhembi
- Cabreúva
- São Pedro
- Socorro
- Bom Jesus dos Perdões
- Piracaia
- Monte Alegre do Sul

- Rafard
- Pinhalzinho
- Rio das Pedras
- Extrema - MG
- Sapucaí – Mirim - MG

Aqui se denota das mesmas observações que para o Grupo 3 com pesos de critérios diferentes, são municípios que mesmo possuindo índice satisfatório em algum critério segundo a Tabela 6 mas ainda possuem uma grande defasagem em outros.

Neste grupo já se denota uma diferenciação de problemas, alguns com tratamento de esgoto zerados, outros com perdas de abastecimento muito altas e outros com uma menor abrangência de abastecimento.

7.2.4 Grupo 4

Grupo dos municípios com gestões regulares, no qual estão 6 municípios:

- Vargem
- Jarinu
- Nazaré Paulista
- Tuiuti
- Camanducaia - MG
- Itapeva - MG

Este grupo está bem próximo de gestões ruins, podem até atender em alguns casos um critério como satisfatório, mas apresentam valores muito insatisfatórios em outros, em comparação ao mesmo a aplicação com pesos de critério diferentes, aqui há municípios que subiram do Grupo 5 mas também municípios que caíram do Grupo 3.

Os problemas são apresentados em praticamente todos os critérios, índices baixos de abastecimento, de coleta e tratamento de esgoto, alto índice

de perdas e tarifas mais altas que as médias (apenas o município de Tuiuti, apresentou menor valor que o médio da amostra).

7.2.5 Grupo 5

O Grupo 5, na verdade grupo de apenas um município: Pedra Bela, apresenta este como o município com a pior gestão de saneamento entre os municípios estudados, mesmo tendo um índice de perdas de abastecimento pequeno (10,46%), mas possui apenas 25,34% de abrangência de abastecimento, 20,75% de coleta de esgoto e não se trata nada do esgoto, apresentando ainda tarifa média de R\$3,01, maior que a média da amostra.

Ele pertence ao grupo 5 nos dois estudos , estando em 36° no estudo com pesos de critérios diferente e em ultimo lugar (41°) no estudo com pesos iguais.

Isso demonstra que há a necessidade de melhorias urgentes na gestão do saneamento deste município em todos os aspectos buscando além de melhor atender os consumidores, mas ter sustentabilidade econômica e para o meio ambiente.

8 CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento deste trabalho e dos resultados apresentados, pode-se concluir a partir de uma amostra com representatividade de mais de 88% dos municípios do país (pequeno porte), e estando em uma área de grande poder econômico, observou-se que mesmo entre os melhores municípios, dos estudados, ainda há a necessidade de melhorias no quesito gestão de saneamento básico referente à água, isto representa que por todo o país há essa necessidade e com urgência.

O município de Iracemápolis que obteve o primeiro lugar no estudo atingindo níveis considerados satisfatórios pela Tabela 6, mas que ainda não possui 100% (o que é o mais indicado) da população atendida com abastecimento e nem em coleta, tem-se um tratamento de esgoto de 95,51%, mas o desejável também é 100%, e uma tarifa abaixo da média nacional.

O município de Tuiuti obteve a última colocação na aplicação do método com pesos diferentes e 38º no método com pesos iguais, o que demonstrou que ele atingiu níveis muito baixos para os indicadores, mesmo tendo uma tarifa com custo baixo.

O indicador índice de perdas no abastecimento foi o que mais apresentou problemas nos municípios da amostra, medidas como troca de tubulações antigas e muito desgastadas, válvulas redutoras de pressão, divisão da rede em distritos de medição são algumas das medidas a serem tomadas para melhorar este indicador.

O indicador tarifa apresentou-se como algo muito subjetivo tendo em vista vários fatores que interferem nele (qualidade da água entregue, custo de tratamento de água e esgoto, quantidade de água perdida...), para o trabalho apenas a visão de custo para o consumidor foi levado em consideração.

Neste trabalho foram utilizados 5 dos indicadores dentre os mais abrangentes do SNIS, se fosse colocado outros a ordem de classificação dos municípios teriam sido alterada, mas de toda forma, seria constatado que há a necessidade de melhorias no sistema como um todo.

Mesmo que no Grupo 1 das duas análises de resultados não há municípios maiores que 25 mil habitantes, notou-se que não importa o tamanho do município (dentro da escala escolhida), nem o tipo de concessionária de

saneamento (estadual, municipal, autarquia ...) presente, estes não são fatores que interferem de maneira significativa no resultado de uma boa gestão de saneamento.

O método usado, o *Simple Additive Weighting* (SAW) é um método de aplicação relativamente fácil e que pode ser aplicado nas diversas áreas do conhecimento.

Neste trabalho os pesos dos critérios (Indicadores do SNIS) foram estabelecidos através de pesquisas bibliográficas. Um gestor da área pode aplicar os pesos conforme seus conhecimentos e interesses, sua única dificuldade se apresenta quanto mais critérios são usados, pois mais difícil de aplicar o método, principalmente de forma manual como foi feito neste trabalho.

Estamos a 10 anos das metas da ONU, na ODS-6 no qual consta que todos devem ter acesso a água potável de qualidade, a coleta de esgoto e seu tratamento além de diminuir as perdas, para assim serem mais sustentáveis.

A Universalização do Saneamento é desejo e meta de todos os governos, mas para que isso aconteça medidas devem ser tomadas rapidamente, melhorias na área não vão afetar apenas a sustentabilidade, mas também a saúde pública e a qualidade de vida das pessoas pois afinal, a água é um dos bens mais valiosos para se viver.

9 REFERENCIAS

ADRIAANSE, A. **Environmental policy performance indicators: a study on the development of indicators environment.** Koninginnegrach, Holanda, 175 p. 1993

AFSHARI, A.; MOJAHED, M.; YUSUFF, R. M. **Simple additive weighting approach to personnel selection problem.** International Journal of Innovation, Management and Technology, v. 1, n. 5, p. 511, 2010

AGÊNCIA DAS BACIAS DO PCJ. **Relatório da Situação dos Recursos Hídricos 2017, UGRHI 05 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ – 2017.**

AGÊNCIA DAS BACIAS DO PCJ - **CARACTERÍSTICAS GEOPOLÍTICAS,** 2019a Disponível em:<<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/caracteristicas-geopoliticas>>< Acesso em 08 de agosto de 2019>

AGÊNCIA DAS BACIAS DO PCJ, **Uso da água,** 2019b Disponível em:<<http://www.agencia.baciaspcj.org.br/novo/informacoes-das-bacias/uso-da-agua>>< Acesso em 08 de agosto de 2019>

ALEGRE, H, *et al* -**Performance assessment of water supply and wastewater systems** - Urban Water Journal, Vol. 1, No. 1, March 2004, 55–67, 2004

ANA – Agencia Nacional das Águas - GEO BRASIL, **Componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. Recursos Hídricos,** 2007

ANA – Agencia Nacional das Águas, **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil,** 2018

ANA – Agencia Nacional das Águas , **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília – DF,** 2019

ANA – Agencia Nacional das Águas – **Sala de Situação- Sistema Cantareira – 2019** Disponível em:<<https://www.ana.gov.br/sala-de-situacao/sistema-cantareira/sistema-cantareira-saiba-mais>>< Acesso em 08 de julho de 2019>

AZEVEDO NETTO. J.M. FERNANDEZ M.F. ARAUJO R, EIJIITO A. (1998) **Manual de Hidráulica.** 8ª ed. Blucher. São Paulo, Brasil. 680 pp.

BETTINE, S.C.; **Instrumento de Regulação do Serviço de Saneamento Básico: Um enfoque Muntiobjetivo.** Tese de Doutorado- Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas-SP, 202 pag, 2003

BOAS, C.L.V. - **Modelo multicritérios de apoio à decisão aplicada ao uso múltiplo de reservatórios: estudo da barragem do ribeirão João Leite-** Dissertação – Brasília- DF, Universidade de Brasília, 158 pag, 2006

BRAGA. B, HESPANHOL. I , CONEJO. J.G.L. e OUTROS. **Introdução a Engenharia Ambiental** .2ª. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005

BRANS, J. P.; MARESCHAL, B.- **Multiple criteria decision analysis – state of the art**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005

BRASIL. **LEI FEDERAL Nº 11.445, DE 5 DE JANEIRO DE 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2007a.

BRASIL, **LEI ESTADUAL Nº 9.034, DE 27 DE DEZEMBRO DE 1994** - Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei 7663, de 30/12/91, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2007b.

BRASIL, **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997**- Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos- Política Nacional de Recursos Hídricos - Brasília, DF: Congresso Nacional, 2007c.

BRASIL, **LEI Nº 8.987, DE 13 DE FEVEREIRO DE 1995**. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. Brasília, DF: Congresso Nacional, 1995.

BRASIL, **MEDIDA PROVISÓRIA Nº 868, DE 27 DE DEZEMBRO DE 2018** - Atualiza o marco legal do saneamento básico- Ministério da Casa Civil - Brasília-DF, 2018

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB** 2013. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/>>. Acesso em: 23 de junho de 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br>>. Acesso em: 15 de dezembro de 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Manual de Educação Para um Consumo Sustentável** , Brasília: Consumers International/ MMA/ MEC/ IDEC, 160 p, 2005

BRASIL, SENADO FEDERAL, **Brasil não trata a maior parte do esgoto urbano – Revista Em Discussão, Nº 23, Dezembro 2014**. Disponível em: <<http://www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/escassez-de-agua/materia.html?materia=brasil-nao-trata-a-maior-parte-do-esgoto-urbano.html>> Acesso em 22 de dezembro de 2019.

BRIOZO, R.A.; MUSETTI, M.A.; **Método multicritério de tomada de decisão: aplicação ao caso da localização espacial de uma Unidade de Pronto Atendimento – UPA 24 h**– Revista Gestão e Produção, São Carlos- SP, v. 22, n. 4, p. 805-819, 2015

BUREK, P. *et al*-**Water Futures and Solution** – IIASA - International Institute for Applied Systems Analysis- Laxenburg, Austria, 2016

CALIJURI, M.L; SANTIAGO.A.F; CAMARGO R.A; NETO R.F.M; **Levantamento da tipologia das estações de tratamento de esgoto oriundas do Programa de Aceleração do Crescimento e a previsão do impacto no índice de tratamento de esgoto no estado do Espírito Santo** - Revista Eng Sanit Ambient- v.14 n.1, 19-28p, jan/mac 2009.

CHEVALIER, J.; GHEERBRANT, A. **Dicionário de símbolos: mitos, sonhos, costumes, gestos, formas, figuras, cores, números**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1988. 996 p.

CHOU, S.; CHANG, Y.; SHEN, C. **A Fuzzy Simple Additive Weighting System under Group Decision-Making for Facility Location Selection with Objective/Subjective Attributes**. European Journal of Operational Research, n. 189, p. 132-145, 2008.

COELHO, A.L.; NASCIMENTO, S.; COELHO, C.; BORTOLUZZI, S.; ENSSLIN, L. **Avaliação de desempenho organizacional: uma investigação científica das principais ferramentas gerenciais**. In: Congresso Brasileiro de Custos, 15., 2008, Curitiba. Anais... Paraná: ABC, 2008.

COLLINS, A. J. *et al*. **An improvement selection methodology for key performance indicators**. Environment Systems and Decisions, v. 36, n. 2, p. 196-208, 2016.

COMITES PCJ. **Plano de bacias 2010-2020**. Relatório Final **.Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí 2010 a 2020 (com propostas de atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o ano de 2035)**. 2007

COMITES PCJ. **Plano de bacias 2010-2020**. Mapas **.Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí 2010 a 2020 (com propostas de atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o ano de 2035)**. 2016

COMITES PCJ. **Primeira Revisão do Plano de bacias 2010-2020**. Relatório Final VER.5- TOMO I **.Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí 2010 a 2020 (com propostas de atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o ano de 2035)**. 2018

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA(CONAMA)
RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005

COSTA, S. A. B.; CÔRTEZ, L. S.; COELHO, T.; FREITAS, M. M. **Indicadores em saneamento: avaliação da prestação dos serviços de água e de esgoto em minas gerais**- Revista UFMG, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p.334-357,jul./dez.2013.

COSTA, S. A.B; **Avaliação dos componentes da tarifa média e da estrutura de custos dos prestadores regionais de água e de esgoto do Sudeste brasileiro: um estudo baseado no SNIS 2010** – Dissertação, Rio de Janeiro, RJ, ENSP, 127p, 2013.

DEMANBORO, A.C, BETTINE, S.C, **Os Recursos Hídricos na Bacia do Piracicaba: Avanços e incertezas**, Revista SODEBRAS, Vol2, N°18- Junho /2007

ERCIN, A. E.; ALDAYA, M. M., Hoekstra, A. Y. **Corporate water footprint accounting and impact assessment: the case of the water footprint of sugar-containing carbonated beverage**.Water Resources Management, v. 25, p. 721-741, 2011.

GLEICK, P. H. **The changing water paradigm: a look at twenty-first century water resources development**. International Water Resources Association, Water International, v. 25, p.127-138, 2000.

GODOI, W.C; **Método de construção das matrizes de Julgamento Paritários no AHP – Método do Julgamento Holístico**, Revista Gestão Industrial, v.10, n. 03, p 474-493, 2014

HELLER, P.G.B.; SPERLING, M.V.; HELLER, L.; **Desempenho tecnológico dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário em quatro municípios de Minas Gerais: uma análise comparativa**.Revista Eng. Sanit. Ambient. V14, n1- jan/mar 2009, 109-118, 2009

HUTTON, G.; HALLER, L. **Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at the global level**. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 2004.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **ESTIMATIVAS DA POPULAÇÃO RESIDENTE NO BRASILREFERÊNCIA EM 1º DE JULHO DE 2018**, 2018

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística,**Indicadores Sociais Municipais, Uma Análise dos Resultados do Universo do Censo Demográfico de 2010**. Rio de Janeiro, 2011

INSTITUTO TRATA BRASIL - **RANKING DO SANEAMENTO** , São Paulo,118p, 2018

JACOB, A.C.P. **Um Panorama Histórico sobre a Engenharia Hidráulica**, 2015 Disponível em :<<http://www.aquafluxus.com.br/um-panorama-historico-da-engenharia-hidraulica/>>< Acesso em 07 de maio 2019>

JOHNSON, R.; WICHERN, D. **Applied Multivariate Statistical Analysis**. New Jersey - EUA, Editora Pearson Prentice-Hall; 6ª Ed, 2007.

JORDÃO, B. M; PEREIRA, S. R, - **A ANÁLISE MULTICRITÉRIO NA TOMADA DE DECISÃO** – O Método Analítico Hierárquico de T. L. Saaty,” Inst. Politécnico Coimbra, 2006.

LOUREIRO, A.L; **Gestão dos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Estado da Bahia: Análise de Diferentes Modelos**- Dissertação de Mestrado, Salvador –BA, UFBA, 188 pag., 2009

MARACAJÁ, K.F.B.; ARAÚJO, L.E.; SILVA, V.P.R.; **Regionalização da Pegada Hídrica do Estado da Paraíba**, REUNIR: Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade, Vol.4, nº 1, p. 105-122, 2014.

MARIOTONI, C.A. e DEMANBORO, A.C. **A Gestão dos Recursos Hídricos em Mega-Cidades: Desafios da Sustentabilidade Econômico-Ecológica in: VIII Encontro Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído 2000**, Salvador, BA, 2000

MOKHTARI, S. **Developing A Group Decision Support System (Gdss) For Decision Making Under Uncertainty**. Tese de Mestrado – University of Central Florida, Department of Civil, Environmental and Construction Engineering in the College of Engineering and Computer Science. Orlando- FL, USA, 2013, 81p.

MUMFORD, L. **A cidade na História: suas origens, transformações e perspectivas**. 2.ed. São Paulo, Livraria Martins Fontes Editora, 1982.

MUNIC -Pesquisa de Informações Básicas Municipais- **Perfil dos Municípios Brasileiros- Saneamento Básico, aspectos gerais da gestão da política de saneamento básico**, IBGE, 2017

NASCIMENTO, S; BORTOLUZZI, S.C; DUTRA, A; ENSSLIN, S.R. **Mapeamento dos indicadores de desempenho organizacional em pesquisas da área de Administração, Ciências Contábeis e Turismo no período de 2000 a 2008**, Revista Adm., São Paulo, v.46, n.4, p.373-391, out./nov./dez. 2011

NIRAZAWA, A.N; OLIVEIRA S.V.W.B; **Indicadores de saneamento: uma análise de variáveis para elaboração de indicadores municipais** - Revista De Administração Pública - Rio de Janeiro v52, n.4, 753-76, jul/ ago. 2018

OGERA, R.C.; PHILIPPI JR. A. - **Gestão dos serviços de água e esgoto nos município de Campinas, Santo André, São José dos Campos e Santos**, no

período de 1996 a 2000, Revista Eng. Sanit. Ambient. Vol.10 - Nº 1 - jan/mar 2005, 72-81, 2005

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU)- Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS-6) – Água Potável e Saneamento. 2018

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE(OMS),- Investing in water and sanitation: increasing access, reducing inequalities, UN- Water global analysis and Assessment of Sanitation and Drinking-Water, GLAAS 2014

PALUDO, J.R.; Estilos de Gestão no Abastecimento de Água e Saneamento: Estudo de Caso Comparado dos Municípios Catarinenses de Indaial e Itapema- Dissertação- Florianópolis- SC, UFSC, 210 pag., 2010

PITERMAN, A.; GRECO, R.M., A ÁGUA SEUS CAMINHOS E DESCAMINHOS ENTRE OS POVOS, Revista APS, v.8, n.2, p. 151-164, jul./dez. 2005

PHILIPPI JUNIOR, A.; GALVÃO JUNIOR, A.C. – Gestão do Saneamento Básico. Abastecimento de água e esgoto sanitário. Universidade de São Paulo (USP) Barueri-SP, Editora Manole, 1ª edição, 2012.

REZENDE, H.F.F, Seleção de Sistema de Informações Gerenciais de Projetos Utilizando Saw e Vip Analysis. Dissertação de Mestrado, IBMEC, Rio de Janeiro- RJ, 2012, 66p.

REZENDE, S.C.(coord.) – Panorama do Saneamento Básico no Brasil- Investimentos em saneamento básico: análise histórica e estimativa de necessidades - Ministério das Cidades, 2011

RODGERS, R.H. FRONTINUS - DE AQUAEDUCTU URBIS ROMAE , Cambridge - print on, cambridge classical texts and commentaries. N 42, Ed.1, EUA, 2003.

SAATY, T. L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process - European Journal of Operational Research, 1990

SAATY, T. L - How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process – University of Pittsburgh, 1994

SAATY, T. L. . Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks. Pittsburgh: RWS Publications, 2005.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. International Journal Of Services Sciences, Pittsburgh, v. 1, n. 1, p.83-98, 01 jan. 2008

SAATY, T. L. On the Measurement of Intangibles: A Principal Eigenvector Approach to Relative Measurement Derived from Paired Comparisons.

Notices: of the American Mathematical Society, Providence, v. 60, n. 2, p.192-208, 01 fev. 2013.

SAATY, T. L.; ERGU, D. **When is a decision-making method trustworthy? Criteria for evaluating multi-criteria decision-making methods.** International Journal of Information Technology & Decision Making, v. 14, n 06, p. 1171-1187, 2015.

SABESP – **Boletim dos Mananciais, 2019** Disponível em<http://site.sabesp.com.br/site/uploads/file/boletim/2019/boletim_%20mananciais_08jul19.pdf>< Acesso em 08 de agosto de 2019>

SALGADO, S. R.T; ARAUJO, A.L.C, **Levantamento da tipologia das estações de tratamento de esgoto oriundas do Programa de Aceleração do Crescimento e a previsão do impacto no índice de tratamento de esgoto no estado do Espírito Santo-** Revista Eng. Sanit. Ambient.- v.22 n.2, 293-301p, mar/abr 2017.

SANTOS, D.A.A; **Indicadores de Perdas Físicas de água nos sistemas urbanos de distribuição.** Dissertação, Campinas-SP, PUC-Campinas, 75f. 2018.

SigRH- SP, Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo- **Plano Estadual de Recursos Hídricos, I.3. Uso e Controle dos Recursos Hídricos, 140p., 1990**

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO 2011, TOMO 1, 2011**

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO 2014, TOMO 1, 2014.**

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **DIAGNÓSTICO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTO 2017, TOMO 1, 2017.**

SOUZA JÚNIOR. J. C. **Distritos de medição e controle como ferramenta de gestão de perdas em redes de distribuição de água.** Dissertação. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas-SP, p. 152. 2014.

TANAKA, O.Y; DRUMOND JR, M; CRISTO, E.B e OUTROS. **Uso da análise de clusters como ferramenta de apoio à gestão no SUS.** Revista Saúde Soc. São Paulo, v.24, n.1, p.34-45, 2015.

TONEDO JUNIOR, R. **Estudo FUNDACE. Perdas de água: entraves ao avanço do saneamento básico e riscos de agravamento à escassez hídrica no Brasil.** FUNDACE, Ribeirão Preto, V.1, N.1, 52p., 2013

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de Água** 3ª ed. Escola Politécnica USP, p 2-4, São Paulo 2006.

UNESCO- **World Water Assessment Programme -Wastewater: The Untapped Resource**, 2017, Disponível em [:<http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource/>](http://www.unesco.org/new/en/naturalsciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource/)< Acesso em 15 de julho de 2019>

UNESCO - **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019, Não deixar ninguém para trás**. Resumo Executivo, 2019a.

UNESCO - **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019, Não deixar ninguém para trás**. Dados e Fatos, 2019b.

Organização das Nações Unidas, ONU - **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável Número 6 (ODS-6)**, Rio de Janeiro, 2018.

Universidade de São Paulo. Brasil. 644 pp. UNESCO, **InternationalHydrologicalProgramme - IHP – IV**, Paris, France, 1998.

VARGAS, R. **Utilizando a programação multicritério (AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio**. PMI Global Congress - North America, Washington-DC, EUA, 2010.

VELASQUEZ, M., PATRICK T. H. **An analysis of multi-criteria decision making methods**. International Journal of Operations Research, v. 10, n. 2, p. 56-66, 2013.

YOSHIMOTO, P,M , **SABESP – Programa de Redução de Perdas na Região Metropolitana de São Paulo** , 2006

WERTHEIN. J, 2001, **A Ética do Uso da Água Doce: um levantamento**.UNESCO, 80p Brasília-DF

ZANAKIS, H. S.; SOLOMON. A.; DUBLISH, S. **Multi-attribute Decision Making: A Similation Comparison of Select Methods**. European Journal of Operational Research, n. 107, p. 507-529, 1998

Anexos

Anexo 1- Discriminação de valores para cada um dos critérios

Critério 1 – Índice de Abrangência de abastecimento (Quanto maior o valor, em porcentagem, melhor)

O menor valor apresentado é referente ao município de Pedra Bela com 25,34%, o maior índice é o 100% apresentado por 4 municípios assim, para cálculo, temos a Equação 12, a mesma para todos os critérios mas com valores diferentes, em seguida que representa a amplitude dividida pelo número Máximo atribuído pela escala de SAATY (2005).

- **Equação para cálculo de intervalo de critério.**

$$(Maior Valor- Menor Valor)/ 9 \quad (EQ. 12)$$

$$((100- 25,34)/ 9) = 8,3$$

O resultado de 8,3 representa a amplitude da escala para esse critério.

Assim foi colocado :

- 1 - valores maiores/iguais a 25,34 e menores que 33,64
- 2 - valores maiores/iguais a 33,64 e menores que 41,94
- 3 - valores maiores/iguais a 41,94 e menores que 50,24
- 4 - valores maiores/iguais a 50,24 e menores que 58,54
- 5 - valores maiores/iguais a 58,54 e menores que 66,84
- 6 - valores maiores/iguais a 66,84 e menores que 75,14
- 7 - valores maiores/iguais a 75,14 e menores que 83,44
- 8 - valores maiores/iguais a 83,44 e menores que 91,74
- 9- valores maiores/iguais a 91,74

Critério 2- Índice de Perdas No Abastecimento (Quanto menor o valor, em porcentagem, melhor)

O menor valor apresentado é referente ao município de Analândia com 10% de perdas, o maior índice é referente ao município de Rio das Pedras com 61,33%, para cálculo, usamos a Equação 12, apresentada anteriormente.

$$((61,33- 10)/ 9) = 5,7$$

O resultado de 5,7 representa a amplitude da escala para esse critério

Assim foi colocado :

- 1 - valores menores/iguais a 61,33 e maiores que 55,63
- 2 - valores menores/iguais a 55,63 e maiores que 49,93
- 3 - valores menores/iguais a 49,93 e maiores que 44,23
- 4 - valores menores/iguais a 44,23 e maiores que 38,53
- 5 - valores menores/iguais a 38,53 e maiores que 32,83
- 6 - valores menores/iguais a 32,83 e maiores que 27,13
- 7 - valores menores/iguais a 27,13 e maiores que 21,43
- 8 - valores menores/iguais a 21,43 e maiores que 15,73
- 9- valores menores/iguais a 15,73

Critério 3 - Índice de atendimento total de esgoto referido aos municípios atendidos com água (Quanto maior o valor, em porcentagem, melhor)

O menor valor apresentado é referente ao município de Nazaré Paulista com 12,75%, o maior índice é o 100% apresentado por 4 municípios, assim temos o seguinte cálculo:

$$((100- 12,75)/ 9) = 9,7$$

O resultado de 9,7 representa a amplitude da escala para esse critério.

Assim foi colocado :

- 1 - valores maiores/iguais a 12,75 e menores que 22,45
- 2 - valores maiores/iguais a 22,45 e menores que 32,15
- 3 - valores maiores/iguais a 32,15 e menores que 41,85
- 4 - valores maiores/iguais a 41,85 e menores que 51,55
- 5 - valores maiores/iguais a 51,55 e menores que 61,25
- 6 - valores maiores/iguais a 61,25 e menores que 70,95
- 7 - valores maiores/iguais a 70,95 e menores que 80,65
- 8 - valores maiores/iguais a 80,65 e menores que 90,35
- 9- valores maiores/iguais a 90,35

Critério 4 – Índice de tratamento de esgoto (Quanto maior o valor, em porcentagem, melhor)

O menor valor apresentado é 0% referente a 9 municípios, o maior índice é o 100% apresentado por 23 municípios, assim temos o seguinte cálculo:

$$((100- 0)/ 9) = 11,1$$

O resultado de 11,1 representa a amplitude da escala para esse critério.

Assim foi colocado :

- 1 - valores maiores/iguais a 0 e menores que 11,1
- 2 - valores maiores/iguais a 11,1 e menores que 22,2
- 3 - valores maiores/iguais a 22,2 e menores que 33,3
- 4 - valores maiores/iguais a 33,3 e menores que 44,4
- 5 - valores maiores/iguais a 44,4 e menores que 55,5
- 6 - valores maiores/iguais a 55,5 e menores que 66,6
- 7 - valores maiores/iguais a 66,6 e menores que 77,7
- 8 - valores maiores/iguais a 77,7 e menores que 88,8
- 9- valores maiores/iguais a 88,8

Critério 5 - Tarifa média praticada (em Reais por M³)(Custo mais baixo melhor para a população)

O menor valor apresentado é R\$1,37 referente a 3 município, o maior valor é referente ao município de Analândia com R\$4,45. O cálculo é feito usando a mesma equação (EQ.12)

$$((4,45- 1,37)/ 9) = 0,34$$

O resultado de 0,34 representa a amplitude da escala para esse critério

Assim foi colocado :

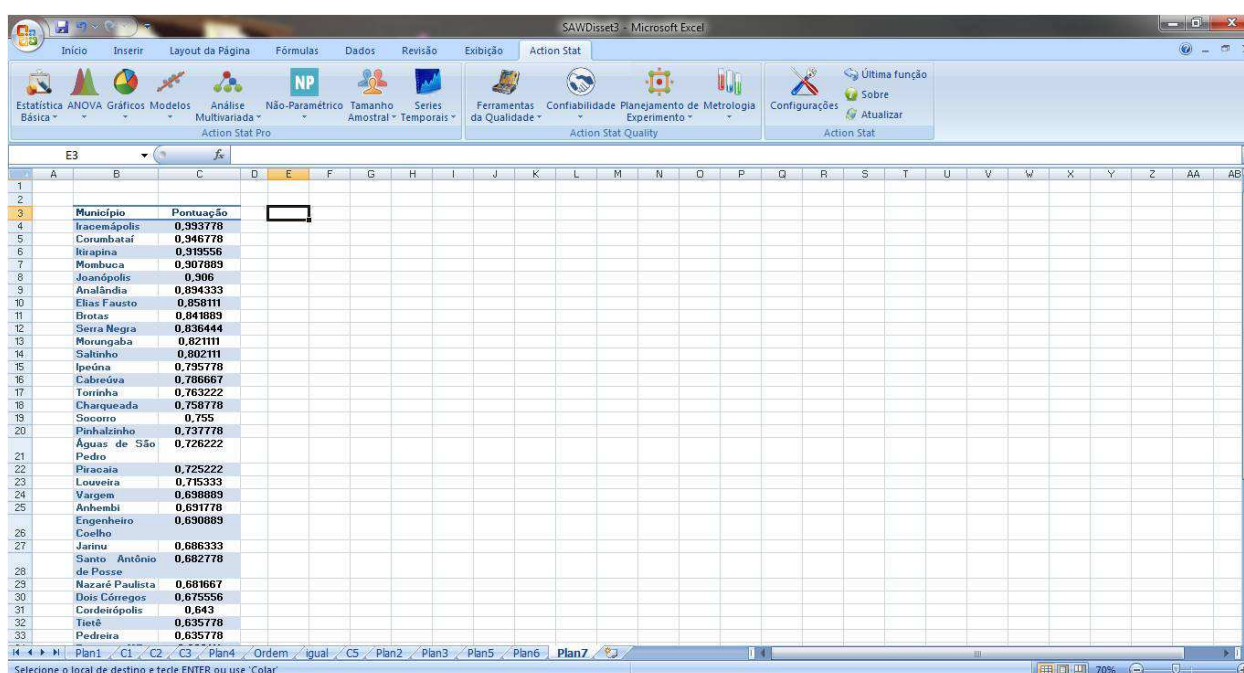
- 1 - valores menores/iguais a 4,45 e maiores que 4,11
- 2 - valores menores/iguais a 4,11 e maiores que 3,77
- 3 - valores menores/iguais a 3,77 e maiores que 3,43
- 4 - valores menores/iguais a 3,43 e maiores que 3,09
- 5 - valores menores/iguais a 3,09 e maiores que 2,75
- 6 - valores menores/iguais a 2,75 e maiores que 2,41
- 7 - valores menores/iguais a 2,41 e maiores que 2,07
- 8 - valores menores/iguais a 2,07 e maiores que 1,73
- 9- valores menores/iguais a 1,73

Anexo 2 - Software Action Stat 3

O software usado para aplicação da Análise Cluster foi o Action Stat 3 da empresa Estatcamp - Consultoria Estatística e Qualidade, na sua versão de teste e está disponível em : <<https://www.portaction.com.br/>> , ele funciona como uma extensão no MicroSoft Office Excel.

A Figura12 , a seguir apresenta a interface do Microsoft Excel já com a extensão do Action Stat3

Figura 13 - Interface Excel- Action Stat3

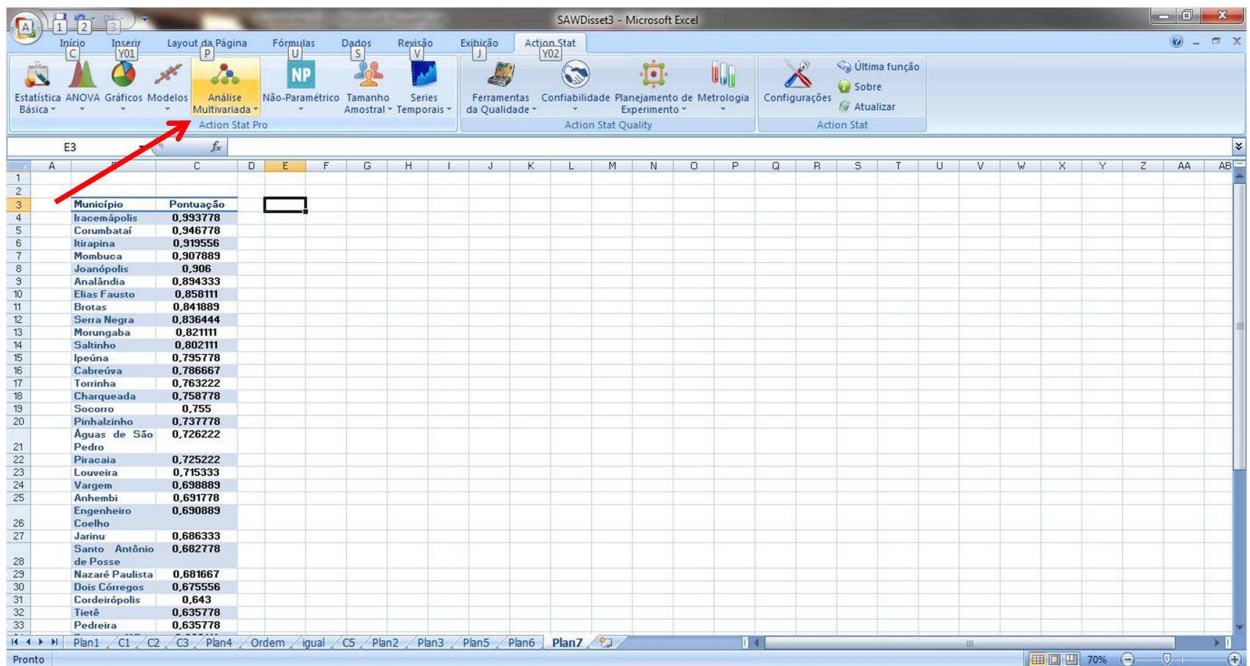


Município	Pontuação
Itacemópolis	0.393778
Corumbataí	0.946778
Itapirapina	0.919556
Mombuca	0.907889
Joaquimópolis	0.906
Anaíândia	0.894333
Elias Fausto	0.858111
Brotas	0.841689
Sierra Negra	0.836444
Morungaba	0.821111
Saltinho	0.802111
Ipeúna	0.795778
Cabreúva	0.786667
Torrinha	0.763222
Chaqueada	0.758178
Socorro	0.755
Pinhalzinho	0.737778
Águas de São Pedro	0.726222
Piracema	0.725222
Louveira	0.715333
Vargem	0.698889
Anhembi	0.691778
Engenheiro Coelho	0.690689
Jarinu	0.686333
Santo Antônio de Posse	0.682778
Nazaré Paulista	0.681667
Dois Córregos	0.675556
Cordeirópolis	0.643
Tietê	0.635778
Pedreira	0.635778

Fonte : O Autor

Após aberto, foi colocada a tabela com os municípios e suas devidas pontuações (Tabela 17 e a Tabela 19), em seguida seleciono-se o ícone de Análise Multivariada, como é demonstrada na Figura13 a seguir.

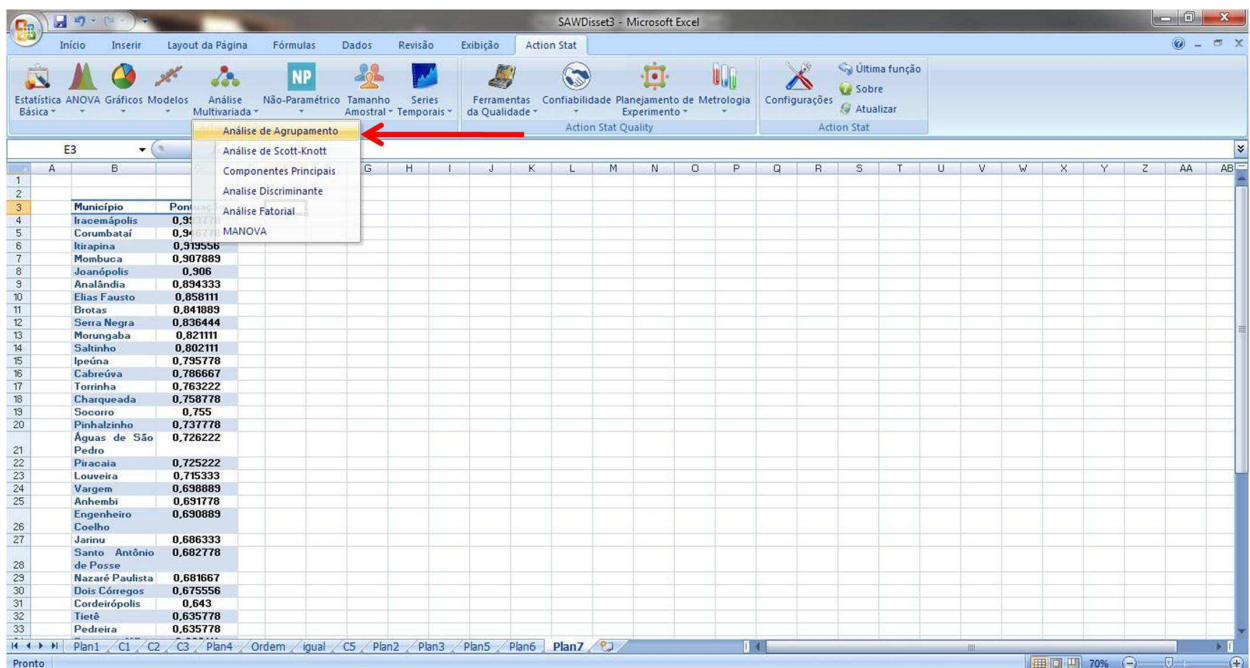
Figura 14 - Interface - Análise multivariada



Fonte: O Autor

Em seguida, “dentro” do ícone Análise Multivariada, é selecionado Análise de Agrupamento como mostra a Figura 14.

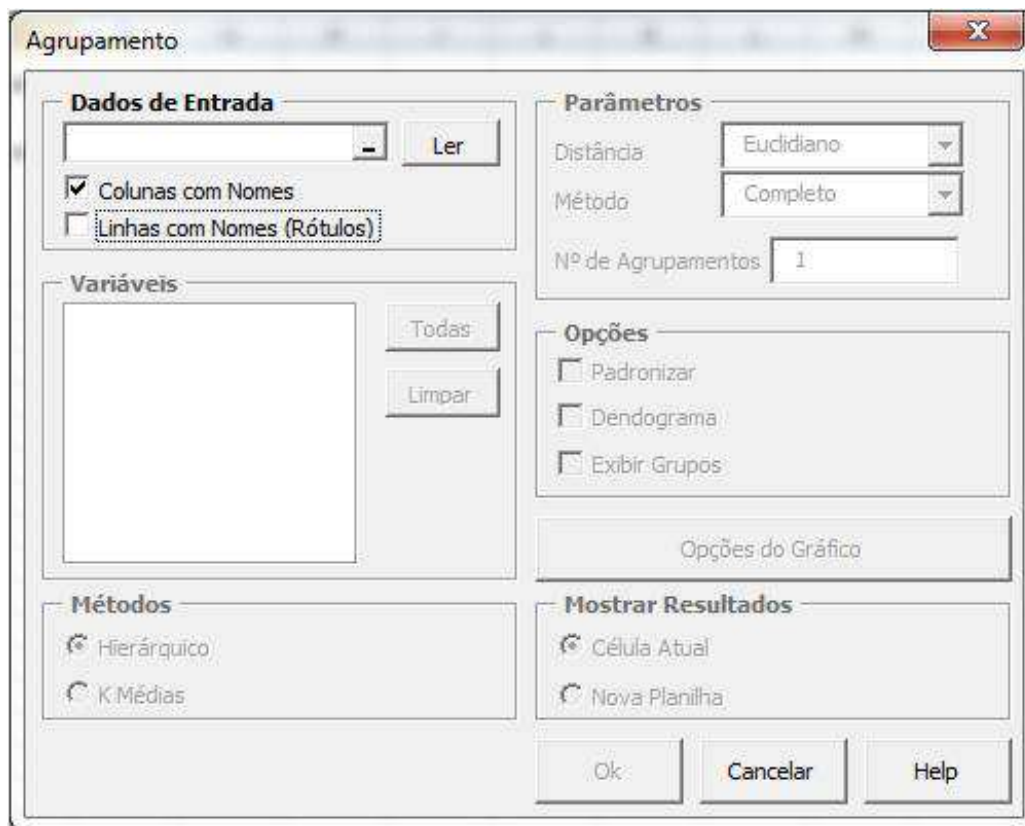
Figura 15 - Interface, Análise de Agrupamento



Fonte : O Autor

Uma nova janela se abrirá, nela, onde se deve colocar as informações, esta janela se apresenta na Figura 15 a seguir.

Figura 16 - Janela Análise Agrupamento (Cluster)



Fonte: O Autor

Nesta janela, deve-se selecionar: Linhas com Nomes (Rótulos) , em seguida colocar nos Dados de entrada a Tabela (Coordenadas da mesma), fazer com que o software leia a mesma e selecionar as variáveis, no caso do trabalho, a variável é a pontuação dos municípios, o Método será selecionado automaticamente como o Hierárquico, nos Parâmetros apenas deve-se colocar o número de agrupamentos, no caso 5 e para finalizar selecionar todos da parte de opções para o mesmo apresentar o Dendrograma e a exibição de grupos e apertar o OK. A Figura 16, a seguir, apresenta a janela toda preenchida.

Figura 17 - Janela Análise Agrupamento Preenchida

The image shows a dialog box titled "Agrupamento" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is divided into several sections:

- Dados de Entrada:** A text box containing "Plan6!\$B\$3:\$C\$44" and a "Ler" button. Below are two checked checkboxes: "Colunas com Nomes" and "Linhas com Nomes (Rótulos)".
- Parâmetros:** A "Distância" dropdown menu set to "Eucldiano", a "Método" dropdown menu set to "Completo", and a "Nº de Agrupamentos" text box containing the number "5".
- Variáveis:** A list box containing "Pontuacao" with an unchecked checkbox. To the right are "Todas" and "Limpar" buttons.
- Métodos:** Two radio buttons: "Hierárquico" (selected) and "K Médias".
- Opções:** Three checked checkboxes: "Padronizar", "Dendograma", and "Exibir Grupos".
- Opções do Gráfico:** A dashed border box containing the text "Opções do Gráfico".
- Mostrar Resultados:** Two radio buttons: "Célula Atual" (selected) and "Nova Planilha".

At the bottom of the dialog are three buttons: "Ok", "Cancelar", and "Help".

Fonte: O autor