



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**  
**CAMPUS VIII – ARARUNA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO**

**ANÁLISE MULTICRITERIAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E**  
**ESGOTAMENTO SANITÁRIO DOS MUNICÍPIOS DO CURIMATAÚ ORIENTAL**  
**PARAIBANO**

**ARARUNA**

**2018**

**CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO**

**ANÁLISE MULTICRITERIAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO NOS MUNICÍPIOS DO CURIMATAÚ ORIENTAL  
PARAIBANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba-Campus VIII, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

**Área de concentração:** Saneamento.

**Orientador:** Prof. Me. Igor Souza Ogata.

**ARARUNA**

**2018**

C615a Claudino, Cinthia Maria de Abreu.

Análise multicriterial de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios do curimataú oriental paraibano [manuscrito] / Cinthia Maria de Abreu Claudino. - 2018.

60 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2018.

"Orientação : Prof. Me. Igor Souza Ogata, Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."

1. Saneamento Básico . 2. Método ELECTRE II . 3. Engenharia Hidráulica. I. Título

21. ed. CDD 627|

CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO

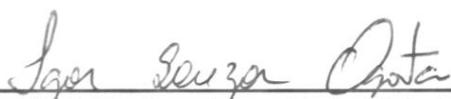
ANÁLISE MULTICRITERIAL DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E  
ESGOTAMENTO SANITÁRIO NOS MUNICÍPIOS DO CURIMATAÚ ORIENTAL  
PARAIBANO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Programa de Graduação em Engenharia  
Civil da Universidade Estadual da Paraíba,  
como requisito parcial à obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Saneamento.

Aprovado em: 12 / 12 / 2018 .

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Me. Igor Souza Ogata (Orientador)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dra. Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Eng. Civil Yuri Pomaz Neves  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

A minha mãe por ser meu alicerce,  
contribuindo para a minha formação como ser  
humano e sempre me apoiar na formação  
profissional, DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

O caminho que te leva aos objetivos é sempre cheio de obstáculos, nesse momento em que o objetivo se encontra tão próximo reconheço a importância de mãos que me ajudaram no caminho, por isso deixo aqui minha eterna gratidão.

A Deus por estar ao meu lado me consolando nos momentos de aflição e permitindo que nunca me falte forças para continuar.

A meus familiares em especial a minha mãe, Sandra e aquelas que me amam como filha, Sônia, Severina e Maria de Lourdes que permitiram que esse sonho se tornasse concreto e que apesar dos quilômetros de distância estiveram por meio de suas palavras e conforto sempre presentes.

Aos meus amigos Izabelly, Dalila, Chyrac e Keicy e Raquel por terem tornado a distância insignificante para força da nossa amizade.

Aos amigos que a faculdade me deu e que se tornaram minha família fora de casa, em especial a Thiago, Ingridy e Daniel que estiveram comigo nos momentos difíceis e bons da convivência, e a todos os colegas da T8 que sofreram e vibraram juntos nos momentos da graduação. Aos amigos que sempre estiveram dispostos a me ajudar e se tornaram especiais em minha vida em especial a Andresa, Yuri e Bruno.

Aos docentes do Campus VIII da UEPB que tornam a docência um ambiente humano tendo olhos e tratamento especial com os discentes, em especial a todos os docentes que confiaram e me deram a oportunidade de executar pesquisas Igor Ogata, Laércio Leal, Erick dos Santos, Maria das Vitórias e Maria Andriana.

Ao meu namorado Demis Melo, por ter entrado na minha vida e em meio a todos os desafios da graduação ter me apoiado, acalmado e me dado forças.

## RESUMO

Entre os critérios para adequação de uma cidade está o desenvolvimento dos serviços de saneamento, que englobam o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, a drenagem e de manejo das águas pluviais urbanas. Apesar da importância desses serviços, a busca pela universalização do saneamento no país ainda enfrenta várias barreiras, sendo as cidades de pequeno porte as que mais enfrentam dificuldades para garantir serviços adequados. Em meio ao panorama deficiente de abastecimento de água e esgotamento sanitário, o trabalho busca aplicar modelo de apoio a tomada de decisão multicriterial para avaliar esses sistemas em municípios da Microrregião do Curimataú Oriental Paraibano, para através dessa avaliação chegar a resultados que orientem os tomadores de decisão a alcançar as estratégias para melhoria dos sistemas. Para realizar a análise dos sistemas foi utilizado a base de dados fornecidos pelos SNIS, e através de um check list foi desenvolvido uma lista de critérios, sendo 6 critérios da categoria operacional, 5 critérios da categoria econômico-financeiro e administrativo e 3 critérios da categoria qualidade. O método de análise multicriterial utilizado foi o método ELECTRE II, escolhido devido a sua grande aplicação para problemas na área de saneamento. A aplicação da metodologia forneceu os resultados de desempenho das cidades em cada categoria, sendo na categoria operacional a cidade de Araruna com a melhor desempenho e a cidade Dona Inês com o pior cenário, já na categoria econômico-financeiro e administrativo a cidade com melhor desenvolvimento foi a de Solânea e as cidades de Tacima, Cacimba de Dentro e Dona Inês as que mais necessitam de melhorias na categoria, no que se refere a categoria qualidade todas as cidades apresentaram desempenho equivalente. Quando é levado em conta as três categorias a cidade com os melhores sistemas foi a de Solânea e a que mais necessita de melhoria foi a cidade de Dona Inês. Assim, a pesquisa conseguiu abarcar seu objetivo indicar os pontos que podem trazer melhorias nas condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário das cidades da Microrregião do Curimataú Oriental Paraibano. No mais, espera-se que o método possa ser utilizado em outras localidades e incluindo a análise dos sistemas de coleta de resíduos e drenagem.

**Palavras-Chave:** Saneamento Básico. Método ELECTRE II. Sistema de informação sobre Saneamento.

## ABSTRACT

Among the criteria for adapting a city is the development of sanitation services, which include water supply, sewage, urban cleaning and solid waste management, drainage and urban storm water management. Despite the importance of these services, the search for the universalization of sanitation in the country still faces several barriers, with small cities facing the most difficulties to ensure adequate services. In middle of poor water supply and sanitary sewage, the study seeks to apply a multicriteria decision support model to evaluate these systems in cities in Microregion of Eastern Curimataú of Paraíba, through this evaluation to arrive at results that guide the decision makers to reach the strategies for improvement of the systems. In order to carry out the analysis of the systems, the database provided by the SNIS was used, and a check list was developed with a list of criteria, 6 criteria of the operational category, 5 criteria of the economic-financial and administrative category and 3 criteria of the category quality. The method of multicriteria analysis used was the ELECTRE II method, chosen due to its great application to problems in area of sanitation. The application of the methodology provided the performance results of the cities in each category, being in the operational category the city of Araruna with the best performance and the city Dona Inês with the worst case scenario, already in the economic-financial and administrative category the city with the best development was that of Solânea and the cities of Tacima, Cacimba de Dentro and Dona Inês that most needed improvements in the category, with regard the quality category was concerned, all the cities presented performance equivalent. When taking into account the three categories, the city with the best systems was that of Solânea and the one that needs the most improvement was the city of Dona Inês. Thus, the research was able to include its objective to indicate the points that can bring improvements in the conditions of water supply and sanitary sewage of the cities of the Microregion of Eastern Curimataú of Paraíba. In addition, it is expected that the method can be used in other locations and including the analysis of waste collection and drainage systems.

**Keywords:** Basic Sanitation. ELECTRE II Method. Sanitation Information System.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Fases de planejamento da pesquisa.....	24
Quadro 1 –	Síntese das características da pesquisa.....	25
Figura 2 –	Municípios da Microrregião do Curimataú Oriental Paraibano.....	26
Quadro 2 –	Descrição dos indicadores e índices utilizados.....	27
Quadro 3 –	Referência no sistema e unidade dos índices selecionados.....	28
Quadro 4 –	Relações de eficiência e equações utilizadas para normalização de cada critério.....	32
Figura 3 –	Grafo de sobreclassificação para categoria operacional.....	26
Figura 4 –	Grafo de sobreclassificação para categoria econômico-financeiro e administrativo.....	26
Figura 5 –	Grafo de sobreclassificação para categoria qualidade.....	26
Figura 6 –	Grafo de sobreclassificação para todas as categorias.....	26
Quadro5 –	Resumo dos resultados.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Área e população dos municípios do Curimataú Oriental Paraibano .....	26
Tabela 2 –	Limites para normalização.....	31
Tabela 3 –	Pesos utilizados.....	33
Tabela 4-	Valores absolutos dos critérios.....	39
Tabela 5-	Valores normalizados dos critérios.....	39
Tabela 6-	Matriz de concordância da categoria operacional.....	40
Tabela 7-	Matriz de concordância da categoria econômico -financeiro e administrativo.....	40
Tabela 8-	Matriz de concordância da categoria qualidade.....	40
Tabela 9-	Matriz de concordância de todas as categorias.....	41
Tabela 10-	Matriz de discordância da categoria operacional.....	41
Tabela 11-	Matriz de discordância da categoria econômico-financeiro e administrativo.....	41
Tabela 12-	Matriz de discordância da categoria qualidade.....	42
Tabela 13-	Matriz de discordância de todas as categorias.....	42
Tabela 14-	Matriz de veto da categoria operacional.....	42
Tabela 15-	Matriz de veto da categoria econômico-financeiro e administrativo.....	43
Tabela 16-	Matriz de veto da categoria qualidade.....	43
Tabela 17-	Matriz de veto de todas as categorias.....	43
Tabela 18-	Matriz de sobreclassificação operacional.....	44
Tabela 19-	Matriz de sobreclassificação da categoria econômico-financeiro e administrativo.....	45
Tabela 20-	Matriz de sobreclassificação da categoria qualidade.....	46
Tabela 21-	Matriz de sobreclassificação de todas as categorias.....	47

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CAGEPA	Companhia de Água e Esgoto da Paraíba
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa e Economia Aplicada
PNSB	Pesquisa Nacional do Saneamento Básico
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
WHO	World Health Organization

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
2.1 OBJETIVO GERAL	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
<b>3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>15</b>
3.1 SANEAMENTO BÁSICO E SEUS BENEFÍCIOS	15
3.2 UNIVERSALIZAÇÃO X DÉFICIT	16
3.3 ABASTECIMENTO DE ÁGUA	16
3.4 ESGOTAMENTO SANITÁRIO	19
3.5 INDICADORES	19
3.6 ANÁLISE MULTICRITÉRIAL	21
3.7 MÉTODO ELECTRE	21
<b>4 METODOLOGIA</b>	<b>24</b>
4.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA	24
4.2 CARACTERÍSTICAS CIENTÍFICAS DA PESQUISA	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
4.3 LOCAL DA PESQUISA	26
4.4 SELEÇÃO DOS CRITÉRIOS	27
4.5 NORMALIZAÇÃO DOS CRITÉRIOS	29
4.6 PONDERAÇÃO DOS CRITÉRIOS	33
4.7 MATRIZES DE CONCORDÂNCIA, DISCORDÂNCIA E VETO	35
<b>5 RESULTADOS</b>	<b>37</b>
<b>6 DISCUSSÃO</b>	<b>48</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE</b>	<b>58</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A partir do surgimento dos aglomerados urbanos vem sendo realizado esforços para garantir o bem-estar social. Para tanto, é necessário que as medidas tomadas atinjam a maior parte da sociedade e contribua na formação de um ambiente adequado para vivência de todos.

O conceito de ambiente adequado é abordado no Estatuto das Cidades, em que entre os objetivos da Lei Federal Nº 10.257/2001 está a garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações.

Assim, o conceito de adequação de um ambiente está diretamente ligado a disponibilidade de serviços de saneamento, serviços esses que englobam o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, a drenagem e de manejo das águas pluviais urbanas.

No Brasil o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição e instituído através da Lei nº 11.445/2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. As condicionantes do saneamento básico possuem grande importância pois os aspectos sanitários e ambientais estão estreitamente associados ao contexto social, econômico, jurídico e institucional, tanto das famílias quanto do próprio ambiente. A influência desses aspectos também abrange atores como a renda média domiciliar, o produto interno bruto, a escolaridade, a inclusão social e as condições de moradia, que são fatores decisivos para que se alcancem melhores condições de salubridade e, por efeito, de qualidade de vida (GRISOTO, 2011).

Apesar da importância do saneamento, o Brasil ainda possui muitos problemas com relação a essa infraestrutura, que associado a desigualdade social, dificulta a universalização desse serviço. Esses pontos se interligam, pois, a população sem acesso a esse serviço está localizada, predominantemente, nas áreas rurais isoladas, em municípios de baixo desenvolvimento humano e pequeno porte ou em periferias e áreas de urbanização informal e precária (IPEA, 2010).

A busca pela universalização dos serviços de saneamento já movimentou, em várias fases da história do país, diversos planos e investimentos. No entanto, de acordo com o Instituto Trata Brasil (2012) com o aporte atual de recursos a universalização só será atingida em 2060.

Logo, o empenho das esferas do poder federal, estadual e municipal está distante de garantir o direito universal ao saneamento básico no Brasil. Conforme afirma Reis (2016), a ausência, insuficiência ou ineficiência dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e de manejo dos resíduos sólidos está relacionada a falta de equilíbrio entre a aceleração do crescimento populacional e o progresso econômico e social, devido a questões políticas e de gestão.

Outro ponto abordado por Oliveira (2016) a respeito dos serviços de saneamento no Brasil, aponta que apesar de todos os serviços apresentarem sua importância e estarem devidamente interligados, historicamente o abastecimento de água é considerado o componente mais importante. A relevância pode ser verificada pela cobertura, de maneira que grande parte dos municípios brasileiros possuam água encanada enquanto não apresentam solução adequada para os serviços de coleta de resíduos e drenagem pluvial estão concentrados.

Esse panorama de desigualdade dos serviços de saneamento, ainda se estende as características geográficas, e é retratado pelos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir da Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (PNSB). Quando se analisa panorama dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitários, que são as condicionantes mais abrangentes do saneamento básico, têm-se que a Região Norte do país é a que apresenta a menor proporção de municípios com coleta de esgoto (13,3%), enquanto a Região Sudeste apresenta a maior, na ordem de 95% (IBGE, 2011). No que diz respeito ao abastecimento de água, a PNSB IBGE (2010) aponta que quase todos os municípios brasileiros contavam com serviço de abastecimento de água em pelo menos um distrito, e somente 33 dos 5.564 municípios brasileiros não dispunham de rede geral. A metade dos municípios que não contavam com rede (63,3%) estão na Região Nordeste, majoritariamente no Estado da Paraíba. Ainda de acordo com o censo do IBGE (2010) essa desigualdade também está relacionada ao porte do município, sendo aqueles de pequeno porte (50 mil habitantes) os que possuem as piores condições de infraestrutura urbanística básica, sendo uma delas a de saneamento.

Apresentado o panorama deficiente dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário vê-se a importância da avaliação desses sistemas com intuito de buscar melhorias.

Para análise coerente dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário devem ser levadas em conta diversos objetivos. Assim para esse tipo de análise é indicado o uso da análise multicriterial, que se sobressai pois tem objetivo de em cenários complexos

tornar os problemas mais claros, o que facilita a avaliação das alternativas. A clareza dos resultados ocorre devido a aplicação do método tornar os problemas mais estruturados, facilitando a avaliação das alternativas disponíveis, tornando os métodos multicritério de apoio à decisão instrumentos de grande importância para os gestores atualmente (LONGARAY et al. 2016)

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Aplicar modelo de apoio a tomada de decisão multicriterial para avaliar a qualidade dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios da Microrregião do Curimataú Oriental Paraibano.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Relacionar uma lista de critérios, com base no SNIS, que possam representar de forma clara e eficiente as condições operacionais, econômico-financeira e administrativa e de qualidade dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- Realizar a caracterização, utilizando o método ELECTRE II dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário das cidades que compõe a microrregião do Curimataú Oriental Paraibano;
- Conceber um ranque segundo o desempenho em três categorias e de forma geral dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios em estudo, através da aplicação do modelo de apoio a tomada de decisão multicriterial;
- Indicar os critérios que podem trazer melhorias nas condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios em estudo.

### 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os pontos relevantes da pesquisa bibliográfica execução durante a pesquisa, incluindo os assuntos sobre benefícios do saneamento básico, universalização, abastecimento de água, esgotamento sanitário, indicadores e análise multicriterial.

#### 3.1 Saneamento básico e seus benefícios

O saneamento básico é considerado como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais constituídos da atividade de abastecimento de água potável que envolve o abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais, da atividade de esgotamento que se refere a coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, assim como a atividade de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos que diz respeito a coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição de vias públicas e também a atividade de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas que corresponde ao transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL, 2007).

Essas condicionantes que compõem o saneamento básico trazem diversos benefícios para região em que é instalado. Esses benefícios podem ser estendidos a vários setores da sociedade, a *World Health Organization* (2014) aponta que os principais benefícios são nas áreas de saúde, economia, meio ambiente e qualidade de vida.

A importância dos serviços de saneamento básico em relação à economia é ressaltada por sua capacidade de multiplicação do capital, essa associação com a riqueza é devido a valorização e modernização da infraestrutura urbana (MAGALHÃES, 2014). No panorama brasileiro Hiratuka et al. (2009) estimam que para cada R\$ 1 bilhão de investimentos no setor de saneamento há aumento de R\$ 1,7 bilhão no valor da produção da economia e geração de 42 mil novos empregos diretos e indiretos em toda cadeia produtiva.

No caso da saúde pública para cada real investido em saneamento básico no Brasil, economizam-se cinco reais em atendimento médico (BRASIL, 2004). No entanto é importante verificar que essa proporção entre investimento em saneamento e saúde pública não é homogênea para todas as regiões, já que quanto mais desenvolvido estiver o sistema de

saneamento menor será o retorno do investimento quanto a redução das doenças causadas pelo déficit dos serviços de saneamento.

### **3.2 Universalização X Déficit**

Diante de todos os benefícios para a sociedade anteriormente apresentados, é possível inferir que os serviços de saneamento devem atingir maior abrangência. No Brasil o direito a saneamento para todos é garantido por lei pelo princípio da universalização, princípio esse definido como a progressiva ampliação do acesso ao saneamento básico de todos os domicílios do país (BRASIL, 2007).

No entanto, para que esse princípio seja executado é necessário que haja investimento no setor, para o Brasil alcançar a universalização no condicionante esgotamento sanitário seriam necessários 9,3 bilhões de dólares e para a condicionante abastecimento de água 6,9 bilhões de dólares (HUTTON, 2012).

Apesar dos investimentos já realizados no setor, ainda falta muito para que todos os cidadãos brasileiros tenham seu direito de acesso ao saneamento básico garantido. Um dos problemas. Um dos problemas que acaba por gerar essa situação diz respeito a origem dos investimentos, já que no Brasil, historicamente, os investimentos no setor de saneamento básico são realizados principalmente pelo setor público, no entanto, existia uma indefinição de responsabilidades entre os entes federativos o que acabava gerando problemas e demora na aplicação dos recursos destinados aos sistemas de saneamento. Assim, em alguns casos a falta de participação do setor privado nos investimentos acaba por dificultar a expansão. Quando ocorre o investimento outro problema a ser enfrentado é a forma de torna-lo eficiente, para isso esses deveriam atender a requisitos técnicos, ambientais, sociais e econômicos. (LEONETI; PRADO e OLIVEIRA, 2011).

Somada a parte institucional o setor ainda sofre problemas político-sociais, que abrange desde a complexidade na adoção de um modelo tarifário que consiga abarcar os custos e a universalização dos serviços, até as falhas de mercado e infraestrutura que envolvem o setor (CANDIDO, 2013).

Além desses vários fatores apresentados que dificultam a ampliação do sistema de saneamento básico brasileiro há também outra dificuldade a ser vencida, as desigualdades geográficas nos serviços que acabam variando muito em cada região do país. Essas desigualdades dizem respeito principalmente a dois aspectos, o da distribuição dos serviços de saneamento e posteriormente o da dificuldade de ampliação. A deficiência de um desses

aspectos, ou de ambos, acaba por agravar o cenário do saneamento tornando ainda mais frequente a existência de áreas que ainda não apresentam tal serviço (JÚNIA, 2011).

Quando os investimentos no setor de saneamento se tornam efetivos no Brasil são feitos através da criação de planos. No ano de 1968 foi criado o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA) que teve o objetivo de atender as demandas dos serviços de saneamento básico. O plano foi implementado dois anos depois da sua criação com apoio e financiamento de diversas instituições e bancos nacionais, além da criação das companhias estaduais de saneamento. No entanto, a ampliação desses serviços ocorreu de forma desigual, sendo o serviço de abastecimento de água privilegiado, pois representavam menor custo e propiciava retorno mais rápido através das tarifas (CLEMENTINO, 2014).

Essa realidade de desproporcionalidade de recursos entre os componentes do saneamento básico priorização do serviço está retratada no Panorama do Saneamento Básico no Brasil que mostra que os investimentos nesse setor feitos pelo Governo Federal ainda a maior parte dos recursos (73,8%) foram destinados ao abastecimento de água e esgotamento em detrimento das de drenagem de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos (BORJA,2011).

A priorização de uns serviços em detrimento de outros abre brecha para discussões em que estudos como os desenvolvidos por Sandy Cairncross, Duncan Mara, Richard Feachem, Steven Esrey e D. J. Bradley que evidenciam a importância dos componentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário desses do para a saúde pública, enquanto uma outra linha das pesquisas apontam a relevância das ações de resíduos sólidos e drenagem urbana para a prevenção e promoção da saúde como as desenvolvidas por Sisino; Azevedo, Souza e col e Moraes. Em meio as discussões são inegáveis os efeitos negativos causados pelos baixos investimentos públicos em resíduos sólidos e drenagem urbana, que acabaram por gerar um cenário conturbado de enchentes, inundações e de criticidade da destinação final dos resíduos (BORJA, 2014).

Mesmo a abrangência dos serviços de saneamento básico nesta pesquisa optou-se por adotar uma abordagem mais concisa, com enfoque ao abastecimento de água e esgotamento sanitário. Essa escolha foi embasada na presença de informações voltadas ao serviço de esgotamento e abastecimento de água apresentarem séries históricas e informações de mais localidades, enquanto as informações dos serviços de limpeza urbana, resíduos sólidos, drenagem e águas pluviais apresentam informações de períodos mais recentes e de uma menor abrangência de cidades.

O cenário brasileiro quanto aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário é retratado no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto do ano de 2016, que mostra a abrangência dos serviços de saneamento no Brasil em progresso. Os dados retratam que para o sistema de abastecimento de água na média do país, o índice de atendimento total com rede de abastecimento de água (IN055) é de 83,3% , apesar de ser o serviço de maior cobertura, ainda não atingiu a universalização. No caso da coleta de esgoto o diagnóstico aponta um cenário mais crítico, sendo a média do país é igual a 51,9% da população atendida com a coleta de efluentes, dessa parte coletada a 74,9% passa por algum tipo de tratamento. Apesar das melhorias o país ainda necessita de muita infraestrutura para atingir sua universalização (SNIS, 2016).

### **3.3 Abastecimento de água**

A água é um recurso essencial para vida, sendo assim é necessário disponibilizá-la para as populações em quantidade e qualidade adequadas. A função de fornecimento de água é cumprida através do uso do sistema de abastecimento de água, que de acordo com Oliveira (2016) é definido como sendo o conjunto de equipamentos, procedimentos, estruturas e serviços com a função de processar, armazenar, transportar e distribuir água potável destinada ao atendimento de uma comunidade com a finalidade de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos.

O abastecimento de água apresenta benefícios na perspectiva sanitária e social através do controle e prevenção de doenças, introdução de hábitos higiênicos na população, facilidade de limpeza pública e fornecimento de conforto, bem-estar e segurança. Do ponto de vista econômico, o abastecimento de água gera, por exemplo benefícios no setor industrial e turístico gerando emprego e progresso as comunidades, além disso a influência na economia se estende a redução dos custos com saúde pública e morbidez, devido ao aumento da expectativa de vida de uma população e a vida produtiva do indivíduo (BRASIL, 2007).

Desta maneira, para que esse sistema funcione de forma eficiente, é necessário que ele se adeque a realidade local. Para escolha correta do método, da técnica e dos equipamentos utilizados para o fornecimento da água é necessário levar em conta diversos fatores que dependem da natureza local no que se refere aos aspectos climáticos, topográficos e de qualidade do manancial utilizado, e também envolvem parâmetros ligados a capacidade

operacional da localidade onde o sistema será instalado e o tamanho da população que irá ser atendida (OLIVEIRA, 2016).

Quanto aos vários tipos de sistemas que podem ser utilizados, para o abastecimento de água em uma cidade, a opção mais utilizada é a rede de distribuição, já no caso das comunidades rurais, cujos domicílios se encontram muito afastados, as soluções mais indicadas são soluções alternativas que consigam suprir a necessidade de cada domicílio, e em casos de populações mais concentradas pode-se usar também a solução da rede de distribuição.

Nessa pesquisa o foco será em sistemas de abastecimento de água através de rede distribuidora, que apesar das especificidades de cada município, são todos constituídos por manancial, captação, estação elevatória, adutora, estação de tratamento de água, reservatório e rede de distribuição (SILVA, 2015).

### **3.4 Esgotamento sanitário**

Um sistema de esgotamento sanitário é o conjunto de equipamentos, procedimentos, estruturas e serviços que funcionam com o intuito de tratar de forma adequada os esgotos sanitários, que de acordo com Silva (2015) é a união de rejeitos líquidos composto pelo esgoto doméstico (os efluentes produzidos nos domicílios, apartamentos e comércio), as águas de infiltração (águas que se infiltram nas tubulações e que são previstas nos cálculos das vazões) e os esgotos industriais (resultantes de fábricas e indústrias).

Através do tratamento dos efluentes é garantida a proteção do meio ambiente e melhoramento da saúde pública. Além disso, as soluções sanitárias objetivam evitar a poluição do solo e das águas, bem como preservar os múltiplos usos das águas e condições básicas de higiene e bem-estar (SILVA, 2015).

Além dos benefícios provenientes de um sistema de esgotamento sanitário é importante que se reconheça os transtornos causados devido a sua ausência. Dentre estes pode-se citar a contaminação do solo e das fontes de água e o aumento na transmissão de diversas doenças para as populações (UBERABA, 2006).

Para que seja projetado um sistema de esgotamento sanitário em ambiente urbano em que há menos espaços para soluções individuais, o mais adequado é que se utilize técnicas de coleta de efluentes por rede. Em geral um sistema convencional de esgotamento sanitário é composto por ligação predial, rede coletora, coletor tronco, interceptor, estação elevatória, emissário, estação de tratamento e disposição final (BERNARDES e SOARES, 2004).

### 3.5 Indicadores

Para realizar uma avaliação do cumprimento dos objetivos de um sistema de saneamento podem ser utilizadas uma grande variedade de técnicas e ferramentas, em meio as inúmeras opções uma das principais técnicas é o controle ou auditoria gerencial baseada em indicadores de gestão (ALEGRE et al., 2006).

Os indicadores são instrumentos empregados na transmissão de informações sobre a situação de determinado objeto observado, ademais, os indicadores possuem a capacidade de análise e acompanhamento de fenômenos até mesmo não detectáveis em termos imediatos. Em sua essência os indicadores representam um conjunto de dados, informações e conhecimentos relativos a um determinado fenômeno, essa representatividade torna o indicador capaz de expressar, de maneira simples e objetiva, as características essenciais e o significado do fenômeno posto em análise, atingindo assim um abrangente público que vai desde os tomadores de decisão até a sociedade em geral (OLIVEIRA, 2016).

Os indicadores se tornaram representativos no âmbito nacional dos sistemas de saneamento a partir da Lei nº 1.445/2007. Essa Lei reconheceu a importância da definição e utilização de indicadores como forma de supervisionar o desenvolvimento do setor. A utilização de indicadores no setor foi instigado porque a referida Lei instituiu que a entidade reguladora deverá editar normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços, por meio da definição de padrões e indicadores de qualidade de sua prestação, sendo assim a utilização desses indicadores é capaz de efetuar um diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida da população e apontar as causas das deficiências detectadas (OLIVEIRA, 2016).

Desde sua criação em 1995, o SNIS transformou-se no maior e mais importante banco de dados do setor de saneamento brasileiro. Essa importância se dá devido a abrangência das informações fornecidas, pois no sistema estão apresentadas informações de caráter operacional, gerencial, econômico, financeiro e de qualidade, esses indicadores ao serem analisados de forma separada ou em conjunto contribuem para o planejamento e execução de políticas públicas, a orientação da aplicação de recursos, a avaliação de desempenho dos serviços, o aperfeiçoamento da gestão, elevando os níveis de eficiência e eficácia (CARVALHO, 2013).

A importância do uso de indicadores para análise dos sistemas de saneamento é bastante difundida, sendo as vantagens de sua utilização defendidas dentre os pesquisadores que estudam esse tema. Schneider et al.(2010) defendem que a escolha adequada de um

sistema de indicadores, garante um conhecimento conjunto do funcionamento dos serviços de saneamento, essa integração de informações ajuda na identificação das fragilidades e potencialidades. Outros pesquisadores que expõe sobre o uso de indicadores são Vieira e Baptista (2008), ao evidenciar que para um programa público passar por uma avaliação adequada é necessário o uso de indicadores que possam dimensionar a eficácia através do grau de cumprimento dos objetivos mensurar a eficiência por meio do nível de utilização de recursos frente aos custos em disponibilizá-los, além de servirem para aferir a efetividade social ou impacto do programa.

Quando se analisam os indicadores que expressam os serviços de abastecimento de água e de esgotos sanitários, tem-se que atentar a seleção dos indicadores. Essa seleção independe do tamanho do sistema, pois em sistemas de diferentes portes existem atividades, responsabilidades, investimentos diário e de longo prazo, além de ações de natureza contínua. Tendo em vista a complexidade dos sistemas, os indicadores devem expressar as suas situações e também identificar, com antecedência, a necessidade de manutenção ou ampliação das estruturas nesses sistemas (GALVÃO JÚNIOR E SILVA, 2012).

### **3.6 Análise Multicritérial**

Quando se tem dados a respeito de um determinado fenômeno e busca-se obter uma conclusão a respeito das informações contidas por esses dados é necessária a utilização de um método de análise. Uma das formas mais simples de avaliação é a análise custo-benefício, que considera os custos envolvidos na execução de cada alternativa com relação aos benefícios monetários produzidas pela mesma. No entanto, essa forma de análise se torna restrita e incoerente em problemas que envolvem vários indicadores, nesses casos é indicado aplicar métodos mais complexos e abrangentes de apoio à tomada de decisão (CÔRTEZ, 2009).

No cenário dos sistemas de saneamento básico em que são envolvidas questões multiobjetivas, é necessária a aplicação de um método de análise que leve em conta os distintos objetivos de forma isolada e de forma combinada para chegar a situação tida como a mais adequada. A análise multicritério é bastante apropriada para ser utilizada no processo de tomada de decisão na área do saneamento, uma vez que nessa área, boa parte dos problemas é caracterizado por incertezas, diversos objetivos, dificuldade na identificação do decisor e uma estrutura sofisticada de alternativas. Além disso, ainda são considerados os diferentes horizontes de planejamento, com a definição de alternativas a curto, médio e longo prazos (PAULA, 2013).

Dentre os benefícios da análise multicritério está a capacidade das abordagens multicritério refletirem o juízo de valores dos decisores, dado que essa condição subjetiva funciona como uma base para a discussão, pois representam formas de orientação em situações onde eventos desconhecidos podem afetar os resultados e existem diferentes possibilidades de ação para chegar ao resultado requerido (CÔRTEZ, 2009).

Quanto as desvantagens, Oliveira (2016) cita como a principal delas a inexistência de um único método de aplicação que supra as deficiências de todos os métodos conhecidos. Desta maneira, os distintos métodos fazem com que não haja uma definição evidente da adequação entre a melhor situação para o melhor método a ser empregado.

### **3.7 Método ELECTRE.**

Sendo assim, para a avaliar a complexidade de sistemas de abastecimento de água um dos métodos multicritério que se adequa é o *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ELECTRE), devido a vasta aplicação do método em trabalhos científicos semelhantes ao do escopo desse trabalho, de acordo com encontrado Ishizaka e Nemery (2013) houve um aumento de aproximadamente 80% nas publicações que utilizam esse método em revistas, jornais e periódicos da plataforma acadêmica *Science Direct*.

Além da alta frequência do uso do método este se apresenta bastante versátil sendo utilizado com sucesso em diversas áreas, tais como gestão ambiental, da, agricultura e floresta, energética, hídrica, de financiamento, transporte e militar (ISHIZAKA E NEMERY, 2013).

O método ELECTRE, é uma ferramenta utilizada em situações problemáticas em que se busca analisar a superação entre as alternativas, sendo assim, classificado como um método multicriterial de sobreclassificação (ALMEIDA, 2013). Para fundamentar o processo de tomada de decisão esse método de análise multicritério é aplicado em duas fases. A primeira que consiste em uma comparação par a par entre as alternativas, fazendo assim uma construção de preferência. Posteriormente na segunda fase é aplicado o algoritmo em que o problema da função construída é resolvido, ocorrendo assim a sobreclassificação (OLIVEIRA et al., 2013).

Para cada problema existe uma versão do ELECTRE mais adequada a ser utilizada. Para uma problemática de escolha onde pretende selecionar as melhores alternativas, é aplicável os métodos ELECTRE I, IV (OLIVEIRA et al., 2013). Quando o objetivo é ordenar

as alternativas do melhor para o pior é aconselhável o uso dos métodos ELECTRE II, III e IV (GOVINDAN; JEPSEN, 2014).

Sobre o método ELECTRE II este é considerado como um método não-compensatório que requer informações relativas importância entre os vários objetivos, ou seja, pesos dos critérios. Para definição desses pesos podem ser utilizadas técnicas de cálculos ou de expressões de julgamento de valor. Assim, com a definição dos pesos o método acaba por favorecer as ações que possuem melhor performance média (MORAIS e ALMEIDA, 2003).

Este método, no seu processo de análise, resolve o problema pelo método da ordenação, baseado em critérios verdadeiros e que utiliza os conceitos de concordância e discordância para construir as relações de sobreclassificação forte e fraca, em um conjunto de alternativas (GOMES; GOMES, 2012).

## 4 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentadas as etapas metodológicas realizadas na execução da pesquisa, incluindo todas as partes do planejamento, de características científicas, local e desenvolvimento do método multicritério utilizados para atingir os objetivos do estudo.

### 4.1 Planejamento da pesquisa

**Figura 1- Fases de planejamento da pesquisa**



Fonte: Elaborada pela autora.

A pesquisa foi planejada e desenvolvida basicamente em quatro etapas, como identificadas na Figura 1. Na fase decisória foi feita a escolha do tema e partir disso a identificação e definição do objetivo da pesquisa. Em seguida, na fase construtiva foi elaborado um plano de pesquisa, o qual baseado no objetivo definiu os métodos da pesquisa. A partir da definição do método foi dado início a parte de execução, sendo o método aplicado para obtenção dos dados. Por último foi elaborado a fase redacional, onde foi feita a análise dos dados e informações obtidas na fase executiva, visando obter a conclusão da pesquisa.

### 4.2 Características científicas da pesquisa

Em uma pesquisa científica há diversas características, e para cada característica tipos de classificação, a definição de cada característica pelo pesquisador é importante para validar o método científico utilizado na pesquisa.

No que se refere à abordagem, os métodos de pesquisa são classificados em qualitativos e quantitativos. O enfoque qualitativo busca entender o fenômeno coletando dados sem a necessidade de medição numérica e para isso utilizam técnicas como entrevistas abertas, discussão em grupo e avaliação de experiências (AUGUSTO et al., 2013). Por sua vez, o enfoque quantitativo testa hipóteses através da coleta de dados com valores numéricos e com uso de uma amostragem representativa com a finalidade de estabelecer padrões. Com base nestas definições, pode-se afirmar que a pesquisa teve enfoque quantitativo na etapa de entrevistas para definição dos pesos dos critérios e qualitativo nas etapas de utilização de literaturas para definição de modelos matemáticos e variáveis.

Quanto a área da ciência, as pesquisas são classificadas em quatro tipos denominadas de teórica, metodológica, empírica e prática. A teórica diz respeito a constituir teorias, conceitos e ideias para aperfeiçoar fundamentos teóricos e práticos. A pesquisa metodológica busca investigar métodos e procedimentos científicos. A pesquisa empírica produz e analisa os dados obtidos com procedimentos experimentais. A pesquisa prática utiliza procedimentos práticos para investigar fatos e obter dados. Assim, o estudo proposto possui um viés metodológico, pois se utiliza do modelo de tomada de decisão multicritério para análise do objeto de pesquisa.

No caso dos modelos de apoio à tomada de decisão multicritério eles podem ser vistos sob duas perspectivas o prescritivo e o construtivo. A diferença entre eles se dá pela estruturação da decisão, no qual o enfoque prescritivo leva em conta todos os elementos do problema e pode considerar as preferências dos decisores, enquanto que no enfoque construtivo ocorre a interação do analista com os agentes de decisão, havendo uma troca de informações entre o analista e os outros integrantes do processo (CAMPOS, 2011). No caso do estudo, o método tem um enfoque prescritivo uma vez que os elementos da decisão foram coletados com base no SNIS, e um enfoque construtivo no caso da definição dos pesos em que se levou em conta a preferência de outros decisores.

Outra classificação para os métodos de tomada de decisão é referente ao número de alternativas, podendo ser discretos quando o número de alternativas é finito, ou contínuos quando o número de alternativas é infinito ou muito grande. No estudo o número de alternativas foi definido de acordo com os dados disponíveis no SNIS, sendo assim um número limitado e um método discreto (CAMPOS, 2011).

Para atender o objetivo da pesquisa é necessário a utilização de um método de sobreclassificação, sendo o escolhido o ELECTRE II.

**Quadro 1 – Síntese das características da pesquisa**

<b>Método científico</b>	
Enfoque da pesquisa	Qualitativa e Quantitativa
Quanto à área da ciência	Metodológica
Instrumentos	Pesquisa em literatura, dados do SNIS e entrevistas
<b>Modelo de apoio à tomada de decisão multicritério</b>	
Enfoque	Prescritivo e construtivo
Tipo de método	Discreto
Classe do método	Método de sobreclassificação
Métodos	ELECTRE II

Fonte: Elaborada pela autora.

### 4.3 Local da pesquisa

O local de desenvolvimento da pesquisa foi a Microrregião do Curimataú Oriental do estado brasileiro da Paraíba, que é uma das 23 microrregiões estaduais e pertencente à Mesorregião do Agreste Paraibano. Assim como verificado na Figura 2, que mostra os municípios que compõe a microrregião. Essa área foi selecionada entre outras por apresentar uma condição homogênea entre as cidades que compõem a Microrregião, especialmente em relação a infraestrutura de saneamento básico, de maneira a tornar mais difícil a tomada de decisão nessa situação, podendo testar o método selecionado nesta condição específica.

**Figura 2 - Municípios da Microrregião do Curimataú Oriental Paraibano**



Fonte: JIMBOÊ (2018).

A estrutura geográfica da Microrregião do Curimataú Oriental possui uma área de 1.307,4 km<sup>2</sup>, sendo dividida em sete município. Quanto ao volume populacional a microrregião possui, segundo a estimativa para 2017 do IBGE 96.383 habitantes Para fins de verificação a Tabela 1 relaciona os municípios da microrregião com suas respectivas área e população.

**Tabela 1 - Área e população dos municípios do Curimataú Oriental**

Município	Área (km <sup>2</sup> )	População (hab.)
Araruna	245,7	20.215
Cacimba de Dentro	168,0	17.159
Casserengue	201,4	7.431
Dona Inês	132,4	10.429
Riachão	90, 1	3.564
Solânea	265,9	26.592
Tacima	246,7	10.887

Fonte: IBGE (2018).

#### 4.4 Seleção dos critérios

O método de apoio a tomada de decisão selecionado foi o ELECTRE II, que por ser capaz de ordenar alternativas, irá auxiliar na identificação do município da Microrregião do Curimataú Oriental paraibano com melhor infraestrutura de abastecimento de água e esgotamento sanitário

A pesquisa, portanto, é do tipo qualitativa e quantitativa, metodológica e utilizou como instrumentos a extração de dados em literaturas e dados oficiais do governo brasileiro, bem como entrevistas com especialistas. Por sua vez, o modelo de apoio a tomada de decisão multicritério é prescritivo e construtivo, discreto e com característica de sobreclassificação.

Para execução do método ELECTRE II é necessário iniciar com a etapa de seleção dos critérios a serem analisados. Com finalidade de definir critérios adequados para avaliar sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário foram selecionados os indicadores e índices presentes no glossário de informações do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), que apresenta indicadores e índices sobre a situação do saneamento no país, categorizados em indicadores econômico-financeiros e administrativos, operacional e de qualidade. Em seguida, através de *Check List*, foram definidos os indicadores e índices que melhor representariam sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Sendo assim, foram separados em categorias tidas como essenciais para caracterização dos sistemas de água e esgoto sendo elas a operacional, econômico financeiro e administrativo e de qualidade. Em cada categoria foram selecionados critérios listados com seus respectivos significados no Quadro 2, além disso, os códigos desses índices e indicadores segundo o SNIS, bem como sua unidade de medição são apresentadas no Quadro 3.

**Quadro 2 - Descrição dos indicadores e índices utilizados**

<b>Categoria</b>	<b>Critérios</b>	<b>Descrição</b>
<b>Operacional</b>	O1.	Envolve a razão entre a população atendida com abastecimento de água e a População total, segundo o IBGE
	O2	Envolve a razão entre a população atendida com esgotamento sanitário e a população total, segundo o IBGE
	O3	Envolve a razão entre volume de água tratada (em ETA e UTS) e o volume de água produzido.
	O4	Envolve a razão entre volume de esgoto tratado e o Volume de esgotos coletado.
	O5	Envolve a quantidade relativa de água Perdida por meios reais ou virtual em função da quantidade total de água produzida.
	O6	Envolve a razão entre volume de água consumido e a população total atendida com abastecimento de água.
<b>Econômico-financeiro</b>	E1	Envolve a razão entre a receita operacional de água e esgoto com as despesas totais com os serviços

<b>e administrativo</b>	E2	Envolve a receita operacional total (direta + indireta) e a arrecadação total
	E3	Envolve a razão entre os investimentos feitos na melhoria do sistema pela receita operacional total.
	E4	Envolve a razão entre os investimentos feitos na melhoria do sistema pela receita operacional total.
	E5	Envolve a razão entre a quantidade de empregados pela quantidade de ligações ativas de água e de esgoto
<b>Qualidade</b>	Q1	Envolve a quantidade de reclamações ou solicitações de serviços pela quantidade de serviços executados
	Q2	Envolve a quantidades de paralisações no sistema de distribuição de água pela extensão da rede.
	Q3	Envolve a razão entre a extensão da rede de esgotos e a quantidade de extravasamentos de esgotos registrados

Fonte: SNIS (2016).

**Quadro 3 - Referência no sistema e unidade dos índices selecionados**

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>	<b>Referência no SNIS</b>	<b>Unidade</b>
<b>Operacional</b>	O1.	IN055	%
	O2	IN056	%
	O3	$(AG007+AG015+AG018)/(AG006+AG018)$	%
	O4	IN016	%
	O5	IN049	%
	O6	IN022	l/habitantes/dia
<b>Econômico-financeiro e administrativo</b>	E1	IN012	%
	E2	IN029	%
	E3	$(FN023+FN042+FN052)/FN005$	%
	E4	$(FN024+FN043+FN053) / FN005$	%
	E5	IN048	empregados/mil ligações.
<b>Qualidade</b>	Q1	QD023/QD024	reclamações/serviços
	Q2	QD002/AG005	paralisação/km
	Q3	IN082	extravasamentos/km

Fonte: SNIS (2016).

Na categoria operacional foram selecionados seis índices, dos quais 5 já eram apresentados diretamente pelo SNIS (IN055, IN056, IN016, IN049 e IN022) e um denominado de Índice de tratamento de água (O3) que foi definido pela razão entre a soma dos volumes de água tratada em ETAs (AG007), por simples desinfecção (AG015) e importado (AG018), com a soma dos volumes de água produzido (AG006) e importado (AG018).

Quanto a categoria econômico financeiro e administrativo dos cinco índices a serem analisados três já são fornecidos valores pelo sistema (IN012, IN029 e IN048) e dois foram calculados com base nos índices disponíveis, sendo um desses denominado índice de investimentos no sistema de água (E3) definido pela razão entre a soma dos investimento realizados em abastecimento de água pelo prestador de serviços (FN023), pelo município

(FN042) e pelo estado (FN052), com a receita operacional total (F005).O mesmo foi feito quanto ao índice denominado investimentos no sistema de esgoto (E4) que é definido pela razão entre a soma dos investimentos em sistema de esgoto pelo prestador de serviços (FN024), pelo município (FN043) e pelo estado (FN053), com a receita operacional total (F005).

Na parte da qualidade do sistema foram abordados três indicadores sendo um único presente no sistema (IN082) e outros dois criados a partir da relação de índices fornecidos, sendo um desses denominado de reclamações resolvidas (Q1) que é definido pela razão entre as solicitações de serviços (QD023) com a quantidade de serviços executados (QD024). O outro denominado paralisação na distribuição por extensão de rede de água (Q2) que é definido pela razão entre o número de paralisação na distribuição (QD002), com a extensão de rede de água (AG005).Definido os critérios, esses foram coletados do banco de dados do SNIS (2013), sendo esse ano escolhido por ser o mais recente a apresentar as informações para os sete municípios que compõe a Microrregião do Curimataú Oriental.

#### 4.5 Normalização dos critérios

Para seguir com o desenvolvimento do método foi necessário realizar a etapa de normalização, com a finalidade de tornar os valores dos critérios selecionados adimensionais, uma vez que seria impossível calcular e comparar critérios com unidades diferentes.

A normalização foi feita empregando o método do redimensionamento contínuo, que classifica os valores entre 0 e 1 através da utilização das Equações 1 e 2, sendo a primeira aplicada para os casos em que os critérios apresentam um melhor desempenho quanto maior o seu valor, e a segunda para os casos em que os critérios possuem melhor desempenho quanto menor seu valor.

$$S_i = \frac{X_i - X_{inf}}{X_{sup} - X_{inf}} \quad (\text{Equação 1})$$

$$S_i = 1 - \left( \frac{X_i - X_{inf}}{X_{sup} - X_{inf}} \right) \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

- $S_i$  = valor normalizado;

- $X_i$ = valor a ser normalizado;
- $X_{inf}$ = limite inferior;
- $X_{sup}$ = limite superior.

Para realização do método do redimensionamento contínuo é necessário a definição de limites superiores e inferiores, os quais acima do superior, o valor normalizado é 1 e abaixo do inferior, o valor normalizado é 0.

Houve uma especificidade quanto ao critério consumo per capita de água, pois este possui um valor ideal sendo inadequado se seu valor for muito baixo ou muito alto, pois denota baixo acesso a água ou uso irracional desta, respectivamente. Assim, o limite ótimo foi estabelecido por Ogata (2014) definido como de 100 l/hab./dia e os limites extremos superior de 200 l/hab./dia e o inferior de 50 l/hab./dia.

Para que o valor normalizado do consumo per capita de água seja mais próximo de 1 quanto mais próximo do valor ideal e mais próximo de 0 quanto mais próximo dos limites, então foram utilizados as Equações 3 e 4, sendo a primeira aplica nos casos do critério está entre 50 l/hab./dia e 100 l/hab./dia, e a segunda aplicada nos casos do critério está acima 100 l/hab./dia

$$S_i = \frac{X_i - 50[\text{l/hab./dia}]}{100 - 50} \quad (\text{Equação 3})$$

$$S_i = 1 - \left( \frac{X_i - 100[\text{l/hab./dia}]}{200 - 100} \right) \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

- $S_i$ = valor normalizado;
- $X_i$ = valor a ser normalizado;

Assim a Tabela 2 indica os valores para cada critério das cinco regiões brasileiras coletados no SNIS (2013). A abrangência nacional para os limites foi escolhida, para que as comparações entre o melhor e pior desempenho ficam mais próximas da realidade ideal para cada sistema, já que se esses limites ficassem estritamente ligados a cidades da microrregião poderia haver tendência de valores e acabar por julgar um critério que possui baixo desempenho quando analisado com a realidade ideal, mas que se analisado na realidade microrregional esse estaria entre os de melhor desempenho. Ainda, na parte inferior a tabela relaciona os valores selecionados como limite superior e limite inferior de cada critério, sendo

o limite superior o valor da melhor situação para o critério entre as regiões e o limite inferior o valor para o pior cenário entre as regiões.

Regiões	Critérios													
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	E1	E2	E3	E4	E5	Q1	Q2	Q3
Norte	52,40	6,50	0,95	78,20	52,80	155,80	82,34	18,07	0,22	0,19	0,35	1,03	0,14	11,27
Nordeste	72,10	22,10	0,92	78,50	47,30	125,80	96,97	10,31	0,19	0,08	0,19	1,22	0,09	6,09
Sudeste	91,70	77,30	0,99	65,40	33,00	194,00	114,44	4,89	0,07	0,11	0,20	1,36	0,08	4,19
Sul	87,40	38,00	0,99	84,10	37,00	149,90	105,44	1,39	0,09	0,12	0,23	1,10	0,06	0,74
Centro-oeste	88,20	42,20	0,99	91,11	33,20	160,70	89,14	4,49	0,12	0,11	0,21	1,22	0,04	4,00
Superior	91,70	77,30	0,99	91,11	33,00	200,00	114,44	1,39	0,22	0,19	0,35	1,22	0,04	0,74
Inferior	52,40	6,50	0,92	65,40	52,80	50,00	82,34	18,07	0,09	0,08	0,19	1,03	0,14	11,27

**Tabela 2 - Limites para normalização.**

Fonte: Elaborada pela autora.

Para melhor verificação das condições de normalização, o Quadro 4 apresenta a relação de eficiência e a equação utilizada de cada critério.

**Quadro 4 - Relações de eficiência e equações utilizadas para normalização de cada critério**

<b>Categoria</b>	<b>Critério</b>	<b>Relação de eficiência</b>	<b>Equação utilizada</b>
<b>Operacional</b>	Índice de atendimento total de água.	Maximizar	1
	Índice de atendimento total de esgoto	Maximizar	1
	Índice de tratamento de água	Maximizar	1
	Índice de tratamento de esgoto	Maximizar	1
	Índice de perdas na distribuição	Minimizar	2
	Consumo médio per capita de água.	Limite Ótimo	3 e 4
<b>Econômico-financeiro e Administrativo</b>	Indicador de desempenho financeiro.	Maximizar	1
	Índice de evasão de receitas	Minimizar	2
	Índice de investimentos no sistema de água	Maximizar	1
	Índice de investimentos no sistema de esgoto	Maximizar	1
	Índice de produtividade	Maximizar	1
<b>Qualidade</b>	Reclamações resolvidas	Maximizar	1
	Paralisação na distribuição por extensão de rede de água	Minimizar	2
	Extravasamentos de esgoto por extensão de rede	Minimizar	2

Fonte: Elaborado pela autora.

Vale a pena ressaltar que quando a relação de eficiência é para maximização, significa que quanto maior o valor absoluto do critério melhor e se for de minimização é o contrário.

#### **4.6 Ponderação dos critérios**

Com a finalidade de definir quais dos critérios selecionados possui maior importância, diante das categorias e também diante do cenário geral de um sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, foi realizada a etapa de ponderação.

Nesta etapa, objetivou definir as ponderações de forma coerente com a realidade local, optando-se realizar questionários com especialista em saneamento do contexto da região. Sendo assim, foram consultados nove professores da área de saneamento dos cursos de Engenharia Civil e de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, tendo sido recebido resposta de oito destes.

O processo consistiu na aplicação de um questionário (Apêndice A), em que os especialistas elencavam os pesos de cada critério utilizando uma escala de 1 a 3, em que 3 representa um critério de grande representatividade, 2 um critério de média representatividade e 1 um critério de pequena representatividade.

De posse dos questionários respondidos, a moda entre os valores de cada critério foi utilizada como valor de ponderação, pois essa medida de tendência central é mais representativa da maioria dos especialistas. A Tabela 3 apresenta os pesos indicados pelos especialistas para cada critério, bem como as modas que serão adotadas como peso no processo de ponderação. Nas duas últimas colunas da tabela estão relacionados o percentual normalizado que é definido pela razão entre o peso, com a soma total do peso. Na penúltima coluna esse percentual foi calculado levando em conta cada categoria, ou seja, o denominador é referente a soma dos pesos para categoria. Na última coluna esse percentual foi calculado com o denominador sendo a soma total de todos os pesos representando assim a representatividade do peso no cenário geral de todos os critérios

**Tabela 3 - Pesos utilizados.**

Especialistas	A	B	C	D	E	F	G	H	Moda	Percentual para cada categoria (%)	Percentual do cenário geral (%)
Critério	Peso										
<b>O1.</b>	3	3	3	3	3	3	3	3	<b>3</b>	17,65	8,57
<b>O2</b>	3	3	3	3	3	3	2	3	<b>3</b>	17,65	8,57
<b>O3</b>	3	2	3	3	3	3	3	3	<b>3</b>	17,65	8,57
<b>O4</b>	3	2	3	3	3	3	1	3	<b>3</b>	17,65	8,57
<b>O5</b>	3	1	3	3	3	3	2	2	<b>3</b>	17,65	8,57
<b>O6</b>	2	3	3	2	3	2	2	1	<b>2</b>	11,76	5,71
<b>E1</b>	3	3	3	3	3	3	2	3	<b>3</b>	30,00	8,57
<b>E2</b>	1	1	2	2	3	3	2	3	<b>2</b>	20,00	5,71
<b>E3</b>	2	2	3	2	3	2	2	2	<b>2</b>	20,00	5,71
<b>E4</b>	2	2	3	2	3	2	1	2	<b>2</b>	20,00	5,71
<b>E5</b>	1	1	1	2	2	2	3	1	<b>1</b>	10,00	2,86
<b>Q1</b>	1	3	3	2	2	3	2	3	<b>3</b>	37,5	8,57
<b>Q2</b>	3	2	2	2	2	3	2	2	<b>2</b>	25	5,71
<b>Q3</b>	3	1	2	3	3	3	2	2	<b>3</b>	37,5	8,57

Fonte: Elaborada pela autora.

#### 4.7 Matrizes de concordância, discordância e veto

Em continuidade do método Electre II é necessário fazer a construção das matrizes de concordância e discordância. A matriz de concordância representa a vantagem de uma alternativa sobre as demais, já a matriz de discordância mede a desvantagem de uma alternativa em relação às demais.

Baseado nesses princípios, foi elaborado matrizes de concordância e de discordância levando em conta cada uma das categorias de forma separada e matrizes levando em conta as categorias de forma conjunta. A formação de tabelas por categoria foi escolhida por se apresentar como uma forma mais fácil e clara dos tomadores de decisão identificarem onde se apresenta o déficit dos sistemas nos municípios. Já a matriz que leva em conta todas as categorias representa um resultado relevante para montar o cenário dos sistemas nos municípios da microrregião.

A matriz de concordância, representando a preferência do decisor em selecionar a alternativa “i” em detrimento da alternativa “j”, em função de um critério “k”. Neste sentido é possível dizer que

- $i(k)$  é preferível a  $j(k)$ , sendo  $i(k) > j(k)$ , lê-se que a alternativa i é preferível com relação a j, segundo o critério k
- $i(k)$  é equivalente a  $j(k)$ , sendo  $i(k) = j(k)$ , lê-se que a alternativa i é equivalente a j, segundo o critério k

Para construção da matriz de concordância é realizada uma comparação par a par com cada alternativa, no caso deste trabalho entre cada município da Microrregião do Curimatáu Oriental Paraibano, o valor calculado de cada comparação varia entre 0 e 1 e é dado através da Equação 5.

$$C_{(l,k)} = \frac{\sum_j W^+ + \frac{1}{2} W^= + (0x W^-)}{\sum_j w_j} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

- $C(l,k)$ = Grau de concordância entre as alternativas l e k;
- $W^+$  = peso do critério em que a alternativa é preferível;
- $W^=$  = peso do critério em que a alternativa se iguala a outra;
- $W^-$  = peso do critério em que a alternativa não é preferível;
- $W_j$ = todos os pesos.

Quanto a matriz de discordância, refere-se à medição do desconforto causado pela escolha de “i” em relação a “j”. Para construção da matriz de discordância é realizada uma comparação par a par com os municípios estudados, sendo o valor calculado de cada comparação obtido pela Equação 6 e variando entre 0.

$$D_{(i,j)} = \max \frac{[z(j,k)-z(i,k)]}{R} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

- $D(i,j)$  = Grau de discordância entre as alternativas i e j em relação ao critério k;
- $Z(j,k)$  = lê-se avaliação a alternativa j em relação ao critério k;
- $Z(i,k)$  = lê-se avaliação a alternativa i em relação ao critério k
- $R$  = maior valor superior da escala numérica (de todos os critérios).

Uma vez que as matrizes de concordância e discordância foram montadas, é possível montar a matriz de veto, que irá indicar a preferência de uma alternativa em função da outra, utilizando valores limites p e q. Em que p é o umbral de preferência e q é o umbral de indiferença. Os valores de p e q foram definidos com base nas classificações estabelecidas por Cunha (2003) que distingue os valores escolhidos para os dois umbrais entre as situações de preferência estrita, de preferência fraca e de indiferença (Equação 7). Cabe ao decisor definir os limites de acordo para cada classificação.

$$(p, q) \begin{cases} (0,9, 0,2) \text{ preferência fraca} \\ (0,6, 0,2) \text{ valores de indiferença} \\ (0,7, 0,5) \text{ preferência estrita} \end{cases} \quad (\text{Equação 7})$$

Assim, para o cenário e dados analisados optou-se por seguir pela situação de valores de indiferença.

Escolhido os valores de umbral é necessário fazer o teste de dominância, em que os valores das matrizes são comparados de acordo com o estabelecido na Equação 8.

$$Skl = \begin{cases} 1, \text{ se } C(l, k) > p \text{ e } D(i, j) < q \\ 0, \text{ para outros valores} \end{cases} \quad (\text{Equação 8})$$

A partir das condições estabelecidas na Equação 8, seguindo a proposta de Oliveira et al.(2013) se constrói a matriz de veto de forma a deixar mais claro as condições atendidas. Essa matriz é montada de forma que quando a condição é satisfeita, a célula da matriz recebe o valor 1, logo a cidade da linha se sobreclassifica, apresenta melhores condições, em relação a da coluna, Quando o valor é 0 indica as cidades onde as condições do umbral não foram atendidas, logo a cidade da linha se subclassifica, apresenta condições piores, em relação a da coluna.

A partir da matriz de veto são analisadas as relações de sobreclassificação que dizem respeito a existência de superação e prevalência entre as alternativas, sendo essas relações podem ser expressas através da confecção de grafos. Como exposto por Almeida (2013), nesses grafos as situações são representadas a partir de setas em que o sentido da seta representa a sobreclassificação de uma alternativa por outra e a falta de setas representa incomparabilidade entre as alternativas.

Com a interpretação do grafo consegue-se distinguir qual a melhor e a pior alternativa dentre as possíveis determinada a partir da quantidade de sobreclassificação que cada alternativa possui, sendo a melhor alternativa, aquela que possui o menor valor de sobreclassificação, significando que aquela alternativa foi superada por uma menor quantidade de outras alternativas e a pior a que possui o maior valor de sobreclassificação.

## 5 RESULTADOS

De acordo com os procedimentos metodológicos foi feita a coleta no banco de dados do SNIS, sendo os critérios já existentes coletado de forma direta e os critérios novos da pesquisa calculados com base nos dados primitivos coletados no sistema. Esse procedimento foi repetido para critério de cada cidade e os resultados relacionados na Tabela 4.

Na etapa seguinte como os valores são expressos em escalas diferentes, é necessário normalizar os critérios, sendo os resultados desse processo de normalização mostrados na Tabela 5.

O outro processo a ser realizado foi o calculado do grau de concordância entre os critérios por meio da comparação par a par das cidades, esses valores representam as relações de vantagem em que a cidade se sobressaiu da outra tendo por base o critério estabelecido. A reunião desses valores formou as matrizes de concordância para cada categoria (Tabela 6, Tabela 7, Tabela 8) e a matriz de concordância que leva em conta todas as categorias (Tabela 9). Para as comparações em que as cidades apresentam desvantagem em relação à outra foram representadas as Tabela 10, Tabela 11 e Tabela 12 para cada categoria e a Tabela 13 para análise conjunta das categorias

Seguindo no processo metodológico, foi necessário calcular o grau de discordância entre os critérios para as comparações par a par entre as alternativas, pois estes resultados fornecem a quantidade desconforto causado pela seleção de uma alternativa em relação a outra segundo um critério, produzindo os valores dispostos nas matrizes de discordância, sendo, apresentadas nas Tabelas 10, 11 e 12, para as categorias Operacional, Econômico-financeiro e administrativo e de Qualidade, respectivamente. E para todos os critérios juntos na Tabela 13.

Os valores que relacionam as condições de vantagens e desconforto de cada critério usando como parâmetro os umbrais dão origem a matriz de veto. Foram formadas matrizes de veto para cada critério apresentadas nas Tabelas 14, 15 e 16, e uma matriz de veto para análise das categorias em conjunto apresentada Tabela 17.

A partir da matriz de veto é possível expor os resultados em forma de grafo de sobreclassificação que mostram de forma mais objetiva quais cidades apresentaram melhor desempenho em relação a outra, sendo os da Figura 3 representando a categoria operacional em que a cidade de Solânea apresenta melhor desempenho. A Figura 4 indica as sobreclassificações da categoria econômico-financeiro e administrativo apontando a cidade de Araruna como a de melhor desempenho. A Figura 5 indica as relações da categoria qualidade

em que todas as cidades apresentaram equivalência. Já a figura 6 representa quando as categorias são analisadas em conjunto, indicando que a cidade de Solânea é a que apresenta melhor desenvolvimento dos sistemas. Os valores de quantas vezes as setas se originam de uma cidade, condição de sobreclassificação, e quantas vezes elas apontam para a cidade, condição de subclassificação, são fornecidas nas tabelas de sobreclassificação que acompanham os grafos (Tabela 18 a 21). Essas tabelas também indicam o ranque das cidades levando em conta as categorias de forma separada (Tabela 18, 19 e 20) e o raque das cidades quando são consideradas todas as categorias (Tabela 21).

**Tabela 4 - Valores absolutos dos critérios**

Cidades	Critérios													
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	E1	E2	E3	E4	E5	Q1	Q2	Q3
Araruna	56,68	28,23	88,95	100,00	7,57	58,01	58,56	7,54	0,00	0,00	1,57	1,34	0,00	0,00
Cacimba de Dentro	61,85	0,00	86,21	0,00	0,64	89,6	40,62	19,53	0,00	0,00	2,07	4,28	0,00	0,00
Casserengue	45,4	0,00	100	0,00	23,25	75,31	61,38	7,81	0,00	0,00	1,01	1,22	0,00	0,00
Dona Inês	44,26	0,00	33,08	0,00	27,36	63,5	15,94	-0,56	0,00	0,00	4,67	1,36	0,00	0,00
Riachão	62,04	0,00	28,17	0,00	34,62	83,51	15,26	11,65	0,00	0,00	1,58	2,12	0,00	0,00
Solânea	73,47	0,00	62,46	0,00	6,73	100,8	44,09	13,92	1,02	0,00	2,91	2,12	0,00	0,00
Tacima	57,16	0,00	100	0,00	7,20	30,76	31,2	-15,23	0,00	0,00	1,93	1,64	0,00	0,00

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 5 - Valores normalizados dos critérios**

Cidades	Critérios													
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	E1	E2	E3	E4	E5	Q1	Q2	Q3
Araruna	0,11	0,31	0,00	1,00	1,00	0,16	0,00	0,63	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Cacimba de Dentro	0,24	0,00	0,00	0,00	1,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Casserengue	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,51	0,00	0,62	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dona Inês	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Riachão	0,25	0,00	0,00	0,00	0,92	0,67	0,00	0,38	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Solânea	0,54	0,00	0,00	0,00	1,00	0,99	0,00	0,25	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tacima	0,12	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 6 - Matriz de concordância da categoria operacional**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,53	0,62	0,71	0,62	0,53	0,62
Cacimba de Dentro	0,47	x	0,56	0,65	0,56	0,35	0,56
Casserengue	0,38	0,44	x	0,65	0,53	0,44	0,47
Dona Inês	0,29	0,35	0,35	x	0,44	0,35	0,38
Riachão	0,38	0,44	0,47	0,56	x	0,26	0,47
Solânea	0,47	0,65	0,56	0,65	0,74	x	0,56
Tacima	0,47	0,65	0,56	0,65	0,74	0,50	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 7 - Matriz de concordância da categoria econômico -financeiro e administrativo**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,60	0,60	0,60	0,60	0,50	0,60
Cacimba de Dentro	0,40	x	0,40	0,50	0,40	0,30	0,50
Casserengue	0,40	0,60	x	0,60	0,60	0,50	0,60
Dona Inês	0,40	0,50	0,40	x	0,40	0,30	0,50
Riachão	0,40	0,60	0,40	0,60	x	0,50	0,60
Solânea	0,50	0,70	0,50	0,70	0,50	x	0,70
Tacima	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,30	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 8 - Matriz de concordância da categoria qualidade**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cacimba de Dentro	0,50	x	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Casserengue	0,50	0,50	x	0,50	0,50	0,50	0,50
Dona Inês	0,50	0,50	0,50	x	0,50	0,50	0,50
Riachão	0,50	0,50	0,50	0,50	x	0,50	0,50
Solânea	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	x	0,50
Tacima	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 9- Matriz de concordância de todas as categorias**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,54	0,59	0,63	0,59	0,51	0,56
Cacimba de Dentro	0,46	x	0,50	0,57	0,50	0,37	0,53
Casserengue	0,41	0,50	x	0,51	0,46	0,39	0,51
Dona Inês	0,37	0,43	0,49	x	0,44	0,37	0,44
Riachão	0,41	0,50	0,54	0,56	x	0,39	0,51
Solânea	0,49	0,63	0,61	0,63	0,61	x	0,59
Tacima	0,44	0,47	0,49	0,56	0,49	0,41	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 10 - Matriz de discordância da categoria operacional**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,63	1,00	0,11	0,51	0,83	1,00
Cacimba de Dentro	1,00	x	1,00	0,00	0,00	0,30	1,00
Casserengue	1,00	0,29	x	0,00	0,25	0,54	0,12
Dona Inês	1,00	0,52	1,00	x	0,40	0,72	1,00
Riachão	1,00	0,12	1,00	0,08	x	0,32	1,00
Solânea	1,00	0,00	1,00	0,00	0,00	x	1,00
Tacima	1,00	0,79	0,51	0,27	0,67	0,99	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 11 - Matriz de discordância da categoria econômico -financeiro e administrativo**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Cacimba de Dentro	0,50	x	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Casserengue	0,50	0,50	x	0,50	0,50	0,50	0,50
Dona Inês	0,50	0,50	0,50	x	0,50	0,50	0,50
Riachão	0,50	0,50	0,50	0,50	x	0,50	0,50
Solânea	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	x	0,50
Tacima	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 12 - Matriz de discordância da categoria qualidade**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cacimba de Dentro	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Casserengue	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00
Dona Inês	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00
Riachão	0,00	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00
Solânea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x	0,00
Tacima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 13 - Matriz de discordância da todas as categorias**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,63	1,00	0,11	0,51	1,00	1,00
Cacimba de Dentro	1,00	x	1,00	0,00	0,38	1,00	1,00
Casserengue	1,00	0,29	x	0,00	0,25	1,00	0,12
Dona Inês	1,00	0,52	1,00	x	0,40	1,00	1,00
Riachão	1,00	0,12	1,00	0,08	x	1,00	1,00
Solânea	1,00	0,00	1,00	0,00	0,14	x	1,00
Tacima	1,00	0,79	0,62	0,27	0,67	1,00	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 14-Matriz de veto da categoria operacional.**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Cacimba de Dentro	0,00	x	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Casserengue	0,00	0,00	x	1,00	0,00	0,00	0,00
Dona Inês	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00
Riachão	0,00	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00
Solânea	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	x	0,00
Tacima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 15 - Matriz de veto da categoria econômico -financeiro e administrativo**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00
Cacimba de Dentro	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Casserengue	0,00	1,00	x	1,00	1,00	0,00	1,00
Dona Inês	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00
Riachão	0,00	1,00	0,00	1,00	x	0,00	1,00
Solânea	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	x	1,00
Tacima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 16 - Matriz de veto da categoria qualidade**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cacimba de Dentro	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Casserengue	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00
Dona Inês	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00
Riachão	0,00	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00
Solânea	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x	0,00
Tacima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x

Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 17 - Matriz de veto de todas as categorias**

Cidades	Araruna	Cacimba de Dentro	Casserengue	Dona Inês	Riachão	Solânea	Tacima
Araruna	x	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Cacimba de Dentro	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Casserengue	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00	0,00
Dona Inês	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00	0,00
Riachão	0,00	0,00	0,00	0,00	x	0,00	0,00
Solânea	0,00	1,00	0,00	1,00	1,00	x	0,00
Tacima	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	x

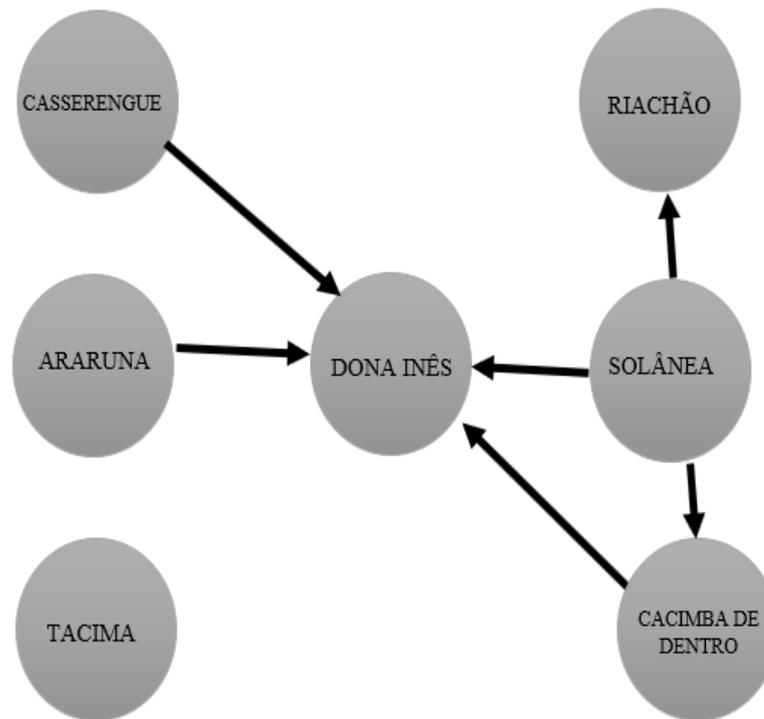
Fonte: Elaborada pela autora.

A partir da matriz de veto é possível expor os resultados em forma de grafo de sobreclassificação que mostram de forma mais objetiva quais cidades apresentaram melhor desempenho em relação a outra. Os valores de quantas vezes as setas se originam de uma

cidade, condição de sobreclassificação, e quantas vezes elas apontam para a cidade, condição de subclassificação, são fornecidas nas tabelas de sobreclassificação que acompanham os grafos e o raque das cidades quando são consideradas todas as categorias.

A Figura 3 e Tabela 18 representa os resultados da categoria operacional em que a cidade de Solânea apresenta melhor desempenho e cidade de Dona Inês o maior déficit.

**Figura 3 - Grafo de sobreclassificação para categoria operacional**



Fonte: Elaborada pela autora.

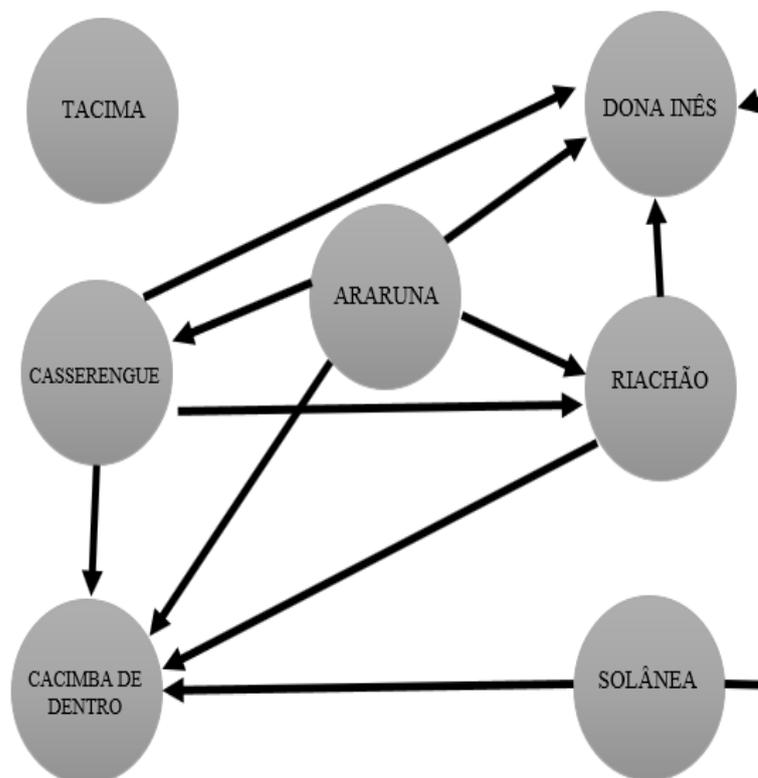
**Tabela 18- Matriz de sobreclassificação operacional**

Cidades	Sobreclassificação	Subclassificação	Ranque
Araruna	1	0	1° Solânea
Cacimba de Dentro	1	1	2° Araruna e Casserengue
Casserengue	1	0	
Dona Inês	0	4	3° Cacimba de Dentro
Riachão	0	1	4° Riachão
Solânea	3	0	5° Dona Inês
Tacima	0	0	

Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 4 e a Tabela 19 indica as sobreclassificações da categoria econômico-financeiro e administrativo apontando a cidade de Araruna como a de melhor desempenho e as cidades de Tacima, Cacimba de Dentro e Dona Inês com os piores desempenhos.

**Figura 4- Grafo de sobreclassificação para categoria econômico -financeiro e administrativo**



Fonte: Elaborada pela autora.

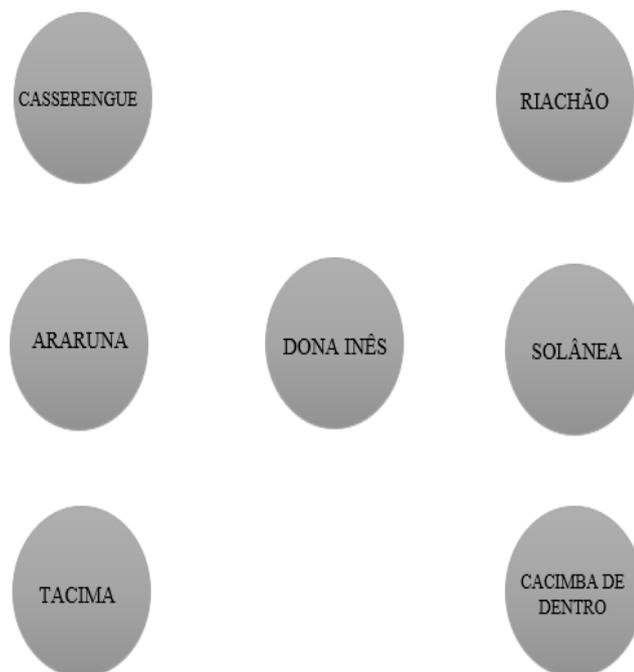
**Tabela 19 - Matriz de sobreclassificação da categoria econômico -financeiro e administrativo**

Cidades	Sobreclassificação	Subclassificação	Raque
Araruna	5	0	1° Araruna
Cacimba de Dentro	0	4	2° Casserengue e Solânea
Casserengue	4	1	3° Riachão
Dona Inês	0	4	4° Tacima, Cacimba de Dentro e Dona Inês
Riachão	3	2	
Solânea	3	0	
Tacima	0	4	

Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 5 e a Tabela 20 indica as relações da categoria qualidade em que todas as cidades apresentaram equivalência.

**Figura 5 - Grafo de sobreclassificação para categoria qualidade**



Fonte: Elaborada pela autora.

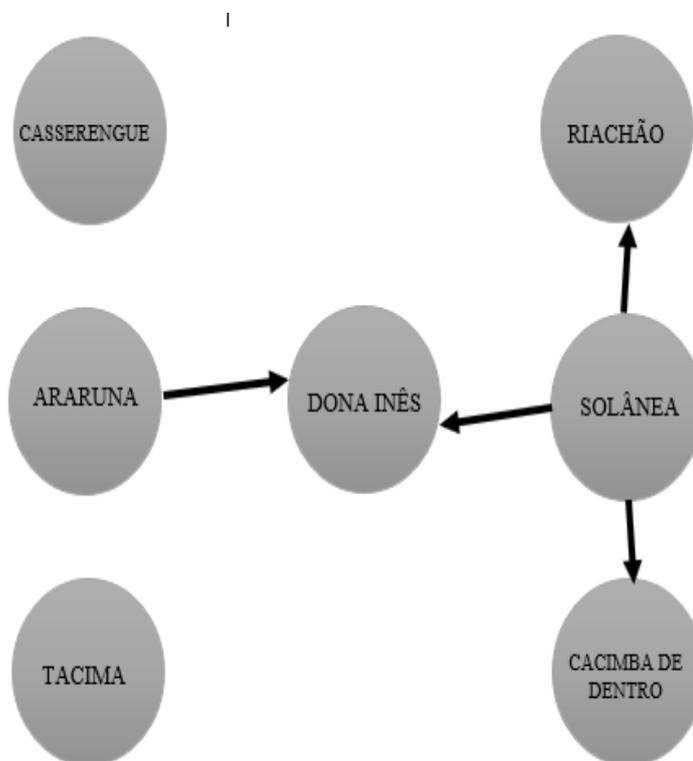
**Tabela 20- Matriz de sobreclassificação da categoria qualidade**

Cidades	Sobreclassificação	Subclassificação	Raque
Araruna	0	0	Todas as cidades com condições equivalentes
Cacimba de Dentro	0	0	
Casserengue	0	0	
Dona Inês	0	0	
Riachão	0	0	
Solânea	0	0	
Tacima	0	0	

Fonte: Elaborada pela autora.

Já a Figura 6 e a Tabela 21 representam quando as categorias são analisadas em conjunto, indicando que a cidade de Solânea é a que apresenta melhor desenvolvimento dos sistemas e que a cidade de Dona Inês.

**Figura 6- Grafo de sobreclassificação para todas as categorias**



Fonte: Elaborada pela autora.

**Tabela 21 - Matriz de sobreclassificação de todas as categorias**

Cidades	Sobreclassificação	Subclassificação	Ranque
Araruna	1	0	1° Solânea
Cacimba de Dentro	0	1	2° Araruna
Casserengue	0	0	3°Casserengue e Tacima,
Dona Inês	0	2	
Riachão	0	1	
Solânea	3	0	4° Riachão
Tacima	0	0	5° Dona Inês

Fonte: Elaborada pela autora.

## 6 DISCUSSÃO

Os resultados indicam que na Tabela 4 que expões os valores absolutos dos critérios, quando analisada apresenta a particularidade de células que indicam o valor zero. Na categoria operação essa particularidade ocorreu quanto ao atendimento(O2) e tratamento (O3) de esgoto, esse fato ocorreu devido a Companhia de Água e Esgoto da Paraíba apresentar os dados de esgoto ao SNIS apenas da cidade de Araruna. Nos demais locais foi verificado, através dos dados vinculado no IBGE (2010), a presença de áreas com esgotamento sanitário adequado, sendo a cidade de Cacimba de Dentro com 13,1% do seu território com esgotamento, a cidade de Casserengue com 30,4% do território, Dona Inês com 18,6% , a cidade de Riachão com 82,7%, a cidade de Solânea com 81,8% e a cidade de Tacima com 86,4% do território atendido pelo sistema de esgotamento. Diante disso, a falta de informações para o ano posterior de 2013, leva a crer que a concessão não era da CAGEPA e sim da prefeitura local, o que pode ter ocasionado em não preenchimento dos dados do SNIS.

Quanto a categoria econômico-financeiro e administrativo as outras particularidades são observadas nos valores negativos relacionados ao critério de evasão (E2) de receitas, esses podem ser interpretados como um cenário em que os sistemas gastam mais do que arrecadam, possuindo uma receita negativa, essa situação corresponde à realidade dos sistemas dos municípios de pequeno porte em que os valores arrecadados não cobrem as despesas, tendo a companhia que balancear a receita com a arrecadação positiva que possui em outras cidades de maior porte. Para o fato das células zeradas, essas foram observadas no critério de investimento nos sistemas de água (E3) e de esgoto (E4), esse fato é devido no ano considerado a companhia não ter feito aplicação de capitais no sistema, havendo apenas na cidade de Solânea investimento no sistema de abastecimento de água.

Na categoria qualidade as células que apresentam o valor de zero dizem respeito a paralisação (Q2) e extravasamento (Q3) do sistema, considerando que mesmo que o sistema operando nas melhores condições ainda sim apresenta esses problemas o fato do valor zero pode ser atribuído a falta de preenchimento desses critérios no sistema pela concessionária .

Apesar desse déficit de informações no campo de pesquisa adotado, o uso dos critérios de atendimento total de esgoto, de tratamento de esgoto, de investimentos no sistema de água, de investimentos no sistema de esgoto, de paralisação na distribuição por extensão de rede de água e extravasamentos de esgoto por extensão de rede são importantes para caracterização da eficiência do sistema, embora não fornecendo valores para os municípios do Curimataú Oriental Paraibano, mesmo assim retratam a realidade e podem ser empregados,

ainda em melhores condições, em outras localidades que possuam as informações de forma completa.

Nos critérios de atendimento de água (O1), tratamento de água (O2), perdas na distribuição (O5), consumo médio (O6), desempenho financeiro (E1), produtividade (E5) e reclamações resolvidas (Q1) os dados foram coletados do SNIS sem problemas e apresentaram valores correntes para análise.

Em relação aos dados normalizados (Tabela 5) ao analisar os critérios que possuem o valor zero é verificado que as cidades apresentam um cenário pior que a pior condição entre as regiões. Analisando separadamente cada critério pode-se observar as peculiaridades dos sistemas de cada cidade. No caso dos critérios da categoria operacional o fato dos sistemas das cidades estarem abaixo que a pior condição das regiões é observado no atendimento de água (O1) em que as cidades de Casserengue e Dona Inês apresentam atendimento bem limitado, no atendimento de esgoto (O2) que mesmo presente em todas as localidades o não preenchimento dos dados desse sistema pelo responsável levaram a considerar o pior cenário, nos critérios de tratamento de água (O3) apenas duas cidades (Casserengue e Tacima) apresentaram condições ideais, sendo os demais cenários das localidades abaixo do indicado como o pior entre as regiões, para o tratamento de esgoto (O4) foi considerado o pior cenário para as cidades devido a falta de preenchimento do SNIS, quanto as perdas da distribuição (O5) todas as cidades apresentaram um bom desempenho e em relação ao consumo de água (O6) apenas a cidade de Tacima apresenta condição pior do que a pior condição.

Quanto aos valores normalizados na categoria econômico-financeiro e administrativo o critério de desempenho financeiro (E1) mostra que o cenário das cidades é abaixo do pior considerado nas regiões esse resultado condiz com a realidade dos sistemas de cidades de pequeno porte que apresentam dificuldade para balancear a receita com as despesas. Para o critério de evasão de receitas (E2) as cidades de Cacimba de Dentro, Dona Inês e Tacima apresentaram situações abaixo da pior considerada para as regiões. Já em relação aos critérios de investimento no sistema de água (E3) e de esgoto (E4) a maioria das cidades não apresentou investimento para o ano analisado, sendo a única com informações a cidade de Solânea para o sistema de água o que levou a cidade a apresentar um desempenho nessa categoria. Para o critério de produtividade (E5) todas as cidades apresentaram um desempenho próximo ao valor ideal considerado nas regiões, no entanto ao analisar as características dos sistemas de pequeno porte apresentados nas cidades é verificado um número de ligações reduzido, ficando mais fácil conseguir o resultado próximo do melhor com razão de trabalhadores por ligação. Assim, o critério de produtividade apresenta a

particularidade de que trabalhadores demais podem apresentar índices de ociosidade elevados e trabalhadores de menos apresentam uma quantidade de serviço elevada por trabalhador.

Em relação aos valores normalizados que retratam a qualidade dos sistemas são observados que todos são valores 1,00. No entanto, esse resultado quando analisado não corresponde que o sistema apresenta qualidade acima daquela verificada para as regiões, no caso dos critérios de paralisação (Q2) e extravasamento (Q3) esses valores foram tidos como a melhor condição, pois não a no sistema informações a respeito desses problemas, já para o critério de reclamações resolvidas (Q1) a realidade do sistema de pequeno porte com número baixo de ligações leva a uma identificação e resolução de problemas mais facilmente, de forma que o atendimento as reclamações se torne mais eficiente do que para realidade das regiões.

- Operacional

Quando se interpreta o conjunto dos resultados, na categoria operacional a cidade que apresentou melhores condições foi Solânea com três sobreclassificações e nenhuma subclassificação, a cidade com piores condições operacionais foi Dona Inês com quatro subclassificações, outro ponto a se analisar foi o da cidade de Tacima que não possui condições de sobreclassificação e nem subclassificação com as outras cidades.

- Econômico-financeiro e administrativo

Em relação aos resultados da categoria econômico-financeiro e administrativo a cidade que apresentou melhor condição foi a de Araruna que se sobreclassificou cinco vezes em relação as demais cidades, a que apresentou pior índice com 4 subclassificações foram as cidades de Tacima, Cacimba de Dentro e Dona Inês. Apesar da cidade de Casserengue possuir 4 sobreclassificações essa possui 1 subclassificação o que leva a um saldo de classificação de 3, a mesma condição apresentada pela cidade de Solânea que possui 3 sobreclassificação mas não possui nenhuma subclassificação.

- Qualidade

Já os resultados para categoria de qualidade fornecem que nenhuma cidade se sobreclassificou ou subclassificou em relação a outra, essa equivalência de condições se deu porque nessa categoria as cidades não apresentavam informações estando preenchidas como zero no SNIS. No entanto, essa condição de adequação para os critérios de paralisações e extravasamento, não condiz com a realidade dos locais, pois mesmo não existindo os valores no sistema é sabível que todos os sistemas, mesmo que no mais adequado, possuem esses problemas.

Quando as três categorias são analisadas em conjunto temos um importante dado a respeito das condições gerais dos sistemas nas cidades. Assim é possível ver que a cidade de Solânea é a que na microrregião possui melhores condições dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário com três sobreclassificações, já Dona Inês é a cidade que possui piores condições no Curimataú Oriental com duas subclassificações.

Com base no resultado geral e nos resultados de cada categoria pode-se elencar as melhorias que devem ser feitas no sistema de cada cidade. Em relação a categoria operacional as cidades que requerem mais melhorias são Riachão e Dona Inês. Já na categoria econômico-financeiro e administrativo as cidades que necessitam de mais adequações no seu cenário são Tacima, Cacimba de Dentro e Dona Inês. Ao considerar os dados não fornecidos ao sistema quanto aos critérios do sistema de esgoto, as paralisação e extravasamento é indicado que todas as cidades apresentem estratégias para melhorar esses aspectos.

**Quadro 5– Resumo dos resultados.**

Catagorias	Melhor Desempenho	Pior Desempenho
Operacional	Solânea	Dona Inês
Econômico -financeiro e administrativo	Araruna	Tacima, Cacimba de Dentro e Dona Inês
Qualidade	Todas as cidades com condições equivalentes	
Todas as categorias	Solânea	Dona Inês

Fonte: Elaborada pela autora

## 7 CONCLUSÃO

Através dos ranques formados em relação às categorias e em relação à análise geral dos sistemas é possível montar o cenário do abastecimento de água e esgotamento sanitário de cada município que compõe a Microrregião do Curimataú Oriental Paraibano. Indicando os critérios que podem trazer melhorias.

Os cenários montados de cada cidade de pequeno porte analisada condizem com as condições apresentadas na bibliografia, em que se apontam diversos déficit em relação aos sistemas. Apesar de apontar a cidade de Solânea como a melhor da microrregião, essa ainda possui diversos pontos a serem melhorados para que os serviços de abastecimento e esgotamento sejam oferecidos de forma adequada à população. No entanto, durante a execução da pesquisa para montagem desses cenários houve dificuldades para obtenção dos dados necessários, já que mesmo sendo uma fonte consolidada o SNIS depende do preenchimento dos responsáveis pelos serviços de cada cidade.

Apesar das dificuldades enfrentadas na coleta de dados, a metodologia se mostra adequada, pois através dela é possível levar em consideração as peculiaridades de cada localidade o que faz com que essa possa ser aplicada em diversas cidades do país. Essa flexibilidade se mostra muito válida, já que muitas vezes as metodologias são muito específicas para uma determinada região.

Com isso, a pesquisa conseguiu abarcar todos os seus objetivos, analisando de forma coerente e apresentando os resultados de forma concisa e clara para os tomadores de decisões da região.

Assim, recomenda-se que a mesma metodologia seja aplicada em outras localidades para que se monte os cenários dos sistemas e indique melhorias, podendo ainda incluir os valores de resíduos sólidos e águas pluviais na pesquisa. Contudo, espera-se que quando a metodologia for aplicada em outras regiões ou levando em conta outras categorias não se apresente défices de preenchimento do sistema.

## REFERÊNCIAS

ALEGRE, H.; BAPTISTA, J.M.; CABRERA JR., H.; CUBILLO, F.; DUARTE, P.; HIRNER, W.; MERKEL, W. E PARENA, R. **Performance indicators for water supply services**. 2. Ed. Londres, 2006. 312 p.

ALMEIDA, A. T. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. São Paulo: Atlas, 2013.

AUGUSTO, C. A.; SOUZA, J. P.; DELLAGNELO, E. H. L.; CARIO, S. A. F. Pesquisa Qualitativa: rigor metodológico no tratamento da teoria dos custos de transação em artigos apresentados nos congressos da Sober (2007-2011). **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, n 4, 2013.

BERNARDES, R. S.; SOARES, S. R. A. **Esgotos combinados e controle da poluição: estratégias para planejamento do tratamento da mistura de esgotos sanitários e águas pluviais**. 1. Ed. Brasília, DF, 2004. 160 p.

BORJA, P. C. Política pública de saneamento básico: uma análise da recente experiência brasileira. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, n 20, p. 5-11, 2014.

BORJA, P. C. **Panorama do saneamento básico no Brasil: análise situacional dos programas e ações federais**. 1. Ed. Brasília, DF, 2011. 88 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **As Cartas da Promoção da Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2004.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de Janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília, Casa Civil, 2007.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de Julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências Brasília, Casa Civil, 2001.

CAMPOS, V.R. **Modelo de apoio à decisão multicritério para priorização de projetos em saneamento**. São Carlos, 2011. Originalmente apresentada como tese de doutorado na Escola de Engenharia de São Paulo.

CANDIDO, J. L. Falhas de mercado e regulamentação no saneamento básico. **Revista eletrônica informe econômico**, Teresina, n. 1, p.85-89, 2013.

CARVALHO, B. E. F. C. **A avaliação de desempenho da prestação de serviços de abastecimento de água independe da perspectiva do avaliador, se usuário ou prestador?**. Brasília, DF:ABDF, 2014. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2013.

CLEMENTINO, A. S. G. **Indicadores sentinelas para avaliação da qualidade da água de abastecimento da cidade de Esperança-PB**. Campina Grande, 2014 Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Estadual da Paraíba, 2014.

CÔRTEZ, J.M. **Sistemática de auxílio à decisão para a seleção de alternativas de controle de inundações urbanas**. Brasília, DF: ABDF, 2010. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade de Brasília, 2009.

CUNHA, M. J. B. Aplicação da metodologia ELECTRE I de apoio da decisão multicritério na priorização de transporte de mercadoria. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, 2003, Ouro Preto. **Anais**: Belém:ENESEP,2003.

GALVÃO JUNIOR, A.C.; SILVA, A.C. **Regulação: Indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto**. 2 ed. Fortaleza, 2012. 204 p.

GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**.4. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GOVINDAN, K; JEPSEN, M. ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. **European Journal of Operation Research**,Amsterdam, n. 1, p.1-29, 2014.

GRISOTO, L, E. G. **Identificação, avaliação e espacialização das relações entre indicadores de saúde, saneamento, ambiente e socioeconômica no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2011. Originalmente apresentada como tese de doutorado, Universidade São Paulo, 2011.

HIRATUKA, C. SARTI, F; CUNHA, M. P.; SABBATINI, R. E BALLINI, R. Impactos econômicos dos investimentos em saneamento básico no Brasil. **Revista DAE**, São Paulo, n 18, 2009.

HUTTON, G. Global costs and benefits of drinking-water supply and sanitation interventions to reach the MDG target and universal coverage. **Journal of Water and Health**, Londres,2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2008**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério das Cidades, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010. Características da população e dos domicílios, resultados do universo**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Atlas de saneamento 2011**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério das Cidades, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativa da população 2018**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Ministério das Cidades, 2018.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **A redução das desigualdades e seus desafios**.2010.

ITB-INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do saneamento básico**. Brasília, Instituto Trata Brasil, 2012.

ISHIZAKA, A; NEMERY, P. Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Softwares. 1 ed. Nova Jersey, 2013. 310 p.

JIMBOÊ. **Banco de mapas**. Disponível em: <<http://www.editoradobrasil.com.br/jimboe/>>. Acesso em: 04 de Dezembro de 2018.

JÚNIA, R. **Brasileiros ainda adoecem por falta de saneamento básico**. Rio de Janeiro, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, 2011.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração pública**, Rio de Janeiro, n. 2, p.331-348, 2011.

LONGARAY, A. A. et al. Análise multicritério de decisão e sua aplicação na gestão da saúde: uma proposta de revisão sistemática da literatura. **Exacta – EP**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 609-618, 2016.

MAGALHÃES, R. C. Resistência e utopia em Belém: relações entre saneamento básico e o espaço urbano. In: III SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE O TRATAMENTO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE EM MEIO URBANO E RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO PARCELAMENTO DO SOLO, 3, 2014, Belém. **Anais:** Belém:UFPA,2014.

MELO, F. L. N. B.; SILVA, M. P.; SILVA, R.R.; ARRUDA, V. S. A. **Análise do Serviço de Abastecimento de Água no Rio Grande do Norte: Uma Abordagem Multicritério.** In: XLVII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, 2015, Porto de Galinhas. Anais, 2015.

Morais, D. C. Almeida, A. T. Aplicação do ELECTRE II no gerenciamento de sistemas de abastecimento de água para redução de perdas. In: XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção Ouro Preto, MG, Brasil, **Anais** Ouro Preto: 2003.

OGATA, I. S. **Desenvolvimento do índice de pobreza hídrica para a bacia hidrográfica do rio Paraíba.** Campina Grande, 2014. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, em Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

OLIVEIRA, M. L. **Desenvolvimento de método para avaliação de desempenho de sistemas de abastecimento de água: aplicação ao caso da RIDE DF e entorno.** Brasília, DF: ABDF, 2016. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade de Brasília, 2016.

OLIVEIRA, M; MELO, E; MOSER, D; AMARO, R. Apoio a decisão em sistemas de produção: um estudo de caso na construção naval. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO,33., 2013, Salvador, Bahia. **Anais** Salvador: 2013.

REIS, F B. **Análise espacial do saneamento ambiental no território de Manguinhos e seus impactos na saúde da população.** Rio de Janeiro, 2016. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, 2016.

SCHNEIDER, D. D.; SANTOS, R.; MARTINEZ, R. C.; COUTINHO, S. M. V.; MALHEIROS, T. F.; TEMÓTEO, T. G. Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, n 17, p. 65-76, 2010.

SILVA, I. Q. **Análise preliminar dos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário em São Luís do Maranhão, Brasil: Um enfoque ambiental.** São Luiz, 2015. Originalmente apresentado como trabalho de contextualização e integração curricular, Universidade Federal do Maranhão,2015.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS.  
Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. Brasília: SNIS, 181p, 2016.

UBERABA. **Lei nº 9892, de 28 de dezembro de 2005.** Cria a Área de Proteção Ambiental Municipal de Uberaba APA do Rio Uberaba e dá outras providências. Uberaba, Prefeitura Municipal, 2006.

VIEIRA, J.M.P, E. BAPTISTA, J.M. Indicadores de desempenho para melhoria dos Serviços de Saneamento Básico. **Revista Engenharia Civil**, Azurém, n 33, p. 87-112, 2008.

WHO- World Health Organization. **Investing in Water and Sanitation: Increasing Access, Reducing Inequalities.** 1 ed. Geneva, 2014. 108 p

## APÊNDICE A – FORMULÁRIO DE PESOS.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – UEPB  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE - DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA CIVIL  
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
ALUNA: CINTHIA MARIA DE ABREU CLAUDINO



### ANÁLISE DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTO NOS MUNICÍPIOS DO CURIMATAÚ ORIENTAL: UMA APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO

Para aplicação do método multicritério ELECTRE estou consultando especialistas na área de saneamento para contribuir com a pesquisa opinando sobre o peso que deve ser dado a cada critério de cada categoria. Os índices tiveram como base o glossário SNIS.

A classificação deve ser feita com base na representatividade/importância de cada índice em sua categoria, utilizando a escala de desempenho de: Grande representatividade (3), Regular (2) e Fraco (1), podendo utilizar de números da escala com até uma casa decimal.

<b>Operacional</b>		
<b>Índice</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pontuação</b>
Índice de atendimento total de água.	Envolve a razão entre a população atendida com abastecimento de água e a População total, segundo o IBGE	
Índice de atendimento total de esgoto	Envolve a razão entre a população atendida com esgotamento sanitário e a população total, segundo o IBGE	
Índice de tratamento de água	Envolve a razão entre volume de água tratada (em ETA e UTS) e o volume de água produzido.	
Índice de tratamento de esgoto	Envolve a razão entre volume de esgoto tratado e o Volume de esgotos coletado.	
Índice de perdas na distribuição	Envolve a quantidade relativa de água perdida por meios reais ou virtual em função da quantidade total de água produzida.	
Consumo médio per capita de água.	Envolve a razão entre volume de água consumido e a População total atendida com abastecimento de água.	

<b>Econômico -Financeiro e Administrativo.</b>		
<b>Índice</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pontuação</b>
Indicador de desempenho financeiro.	Envolve a razão entre a receita operacional de água e esgoto com as despesas totais com os serviços	

Índice de evasão de receitas	Envolve a receita operacional total (direta + indireta) e a arrecadação total	
Índice de investimentos no sistema de água	Envolve a razão entre os investimentos feitos na melhoria do sistema pela receita operacional total.	
Índice de investimentos no sistema de esgoto	Envolve a razão entre os investimentos feitos na melhoria do sistema pela receita operacional total.	
Índice de produtividade	Envolve a razão entre a quantidade de empregados pela quantidade de ligações ativas de água e de esgoto.	

<b>Qualidade.</b>		
<b>Índice</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pontuação</b>
Reclamações resolvidas	Envolve a quantidade de reclamações ou solicitações de serviços pela quantidade de serviços executados	
Paralisação na distribuição por extensão de rede de água	Envolve a quantidade de paralisações no sistema de distribuição de água pela extensão da rede.	
Extravasamentos de esgoto por extensão de rede	Envolve a razão entre a extensão da rede de esgotos e a quantidade de extravasamentos de esgotos registrados	