



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E SOCIAIS
CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**



IUKÊNIA BEZERRA DA SILVA

**ANÁLISE DOS INDICADORES DE ÁGUA E ESGOTO: UM ESTUDO DE CASO NA
SUB-BACIA DO RIO ALTO PIRANHAS NO SERTÃO PARAIBANO**

SOUSA-PB

2016

IUKÊNIA BEZERRA DA SILVA

**ANÁLISE DOS INDICADORES DE ÁGUA E ESGOTO: UM ESTUDO DE CASO NA
SUB-BACIA DO RIO ALTO PIRANHAS NO SERTÃO PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Curso de Administração da Unidade Acadêmica de Ciências Contábeis do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais, da UFCG, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Administração.

Orientador: Prof. Dr. Allan Sarmiento Vieira

SOUSA-PB

2016

IUKÊNIA BEZERRA DA SILVA

**ANÁLISE DOS INDICADORES DE ÁGUA E ESGOTO: UM ESTUDO DE CASO NA
SUB-BACIA DO RIO ALTO PIRANHAS NO SERTÃO PARAIBANO**

Esta monografia foi julgada adequada para obtenção do grau de Bacharel em Administração, e aprovada na forma final pela Banca Examinadora designada pela Coordenação do Curso de Administração do Centro de Ciências Jurídicas e Sociais da Universidade Federal de Campina Grande- PB, Campus Sousa.

Monografia aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Allan Sarmiento Vieira – Orientador - Prof. Dr. UFCG.

Examinador (a) 02

Examinador (a) 03

DEDICATÓRIA

Ao Senhor Deus pelo cumprimento de mais uma de suas promessas em minha vida, aos meus pais e ao meu namorado que sempre acreditaram em mim e me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por fazer-me acreditar que tudo é possível quando se tem fé. Agradeço por estar sempre comigo, por ter me dado forças quando o cansaço me abateu, ânimo quando julguei que não seria capaz de prosseguir, superação para enfrentar as dificuldades e acima de tudo, por colocar no meu caminho pessoas especiais que me ajudaram e com as quais eu pude contar.

Aos meus pais biológicos, Nivaldo e Ilcléia, pelo amor, educação, dedicação e por acreditarem em mim durante todo esse período de formação. As minhas irmãs Ianca e Iara que sempre me apoiaram e suportaram todos os momentos de nervosismo. A minha avó Lilia (*in memoriam*) por ter sido essencial nos meus primeiros passos para construção da minha formação profissional.

Aos meus pais de coração, Espedito e Zilma, pelo carinho, atenção e apoio que me deram durante esse tempo.

À Kenildo, meu namorado, amigo e companheiro de todas as horas, por todo o incentivo e por tolerar minhas oscilações de humor nesse período de dúvidas e descobertas.

O meu profundo agradecimento ao professor Doutor Allan Sarmiento Vieira, por toda dedicação, compreensão, confiança no desenvolvimento desta pesquisa, e em especial pela contribuição na minha formação profissional.

Aos amigos que fiz ao longo dessa caminhada, os quais mesmo nos distanciando com o tempo, não será possível esquecê-los, pessoas que dividiram comigo diversos momentos e que muito me ajudaram. Obrigada Natália, Andréia, Darlane, Ialine, Queiroga, Monalisa, Léia, Eliel, Adriano, Rozângela, Eduardo, Lanucy, Mikaely, Mônica e Ana Lúcia que distantes ou presentes foram essenciais para que eu acreditasse que também conseguiria trilhar o caminho de sucesso.

A quarta turma do Curso de Administração do CCJS, pela amizade, por ter me proporcionado tantos momentos especiais e pela oportunidade de aprender a cada dia.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram nesta pesquisa.

Àqueles que me ajudaram na construção e concretização desse sonho, o meu muito obrigada!

*“Não me digam que não podem...
Tem um mundo que só está
Esperando você dizer SIM”
(Tony Melendez)*

RESUMO

A recorrente degradação do meio ambiente e a ocupação de áreas urbanas muitas vezes de forma desordenada cria uma realidade com condições precárias de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Um dos grandes desafios da atualidade está relacionado ao planejamento das cidades a partir do qual se almeja alcançar o desenvolvimento sustentável das mesmas, sem deixar de considerar o gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito da bacia hidrográfica. A utilização de indicadores do saneamento ambiental como ferramenta de diagnóstico e de monitoramento é considerada um meio eficaz de promover políticas públicas nas áreas de saneamento e proteção ambiental. A presente pesquisa foi realizada na sub-bacia do rio Alto Piranhas no sertão paraibano. Os dados dos indicadores de água potável e esgotamento sanitário utilizados foram coletados pela internet, por meio das séries históricas no site do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS). Tendo como objetivo promover um diagnóstico da sub-bacia do Alto Piranhas-PB utilizando indicadores que irão auxiliar no planejamento e na obtenção de informações necessárias para orientar os administradores públicos a tomarem decisões para melhorar o setor de saneamento. Para tanto, utilizou-se a técnica de análise vertical e horizontal para evidenciar a situação da sub-bacia estudada no período de 2010 a 2014. Conclui-se que o número de habitantes das cidades estudadas cresceram, em média, entre 2% e 4% ao ano no período de 2010 a 2014, porém as melhorias nas condições de abastecimento de água não acompanharam essa mesma proporção. Os indicadores de água mostraram que a cidade de São José de Piranhas foi a cidade que teve o maior crescimento proporcional, enquanto que, a cidade de Sousa obteve decréscimo na maioria dos indicadores de água. Em relação aos indicadores de esgoto não foi possível analisá-los, pois percebeu-se que os municípios de Cajazeiras e Sousa não fazem parte dessa bacia, já que a geração de efluentes dessas cidades são lançadas para a bacia do Rio do Peixe. Dessa forma, a utilização de indicadores de forma adequada mostrou-se eficaz e eficiente, além de influenciarem diretamente na qualidade de vida e nas condições sanitárias de um município.

Palavras – chaves: Saneamento Ambiental. Indicadores. Abastecimento de água. Esgotamento Sanitário.

ABSTRACT

The apparent degradation of the environment and the occupation of the urban areas, a lot of times in a disordered way, creates a reality with precarious conditions of water supply and sanitary sewage. One of the great challenges of the present time is related to the planning of the cities starting from which one longs for to reach the maintainable development of the same ones, while considering the management of water resources within the watershed. The use of environmental sanitation indicators as a diagnostic tool and monitoring can be considered an effective way to promote public policies in the areas of sanitation and environmental protection. The present research was carried out in the sub-basin of Alto Piranhas river in Paraíba backlands. Data from indicators of drinking water and sewage used were collected by the Internet, through the historical series in the site of the National Sanitation Information System (NSIS). Aiming to promote a diagnosis of sub-basin of the Alto Piranhas-PB using indicators that will assist in planning and obtaining necessary information to guide public officials to make decisions to improve sanitation sector. For this, was used the vertical and horizontal analysis technique to evidence the situation of the studied sub-basin in the period from 2010-2014. It is concluded that the number of inhabitants of the studied cities grew on average between 2% and 4% per year in the period from 2010 to 2014, but the improvements in water supply conditions did not follow that same proportion. Water indicators showed that São José de Piranhas was the city that had the largest proportional growth, while Sousa city obtained decrease in most water indicators. In relation to the sewage indicators it was not possible analyze them, because it was realized that the municipalities of Cajazeiras and Sousa are not part of that basin, since the generation of effluents of those cities are discharged into the basin of the Fish River. In this way, the use of indicators adequately showed to be effective and efficient, and directly influence in the life quality and the sanitary conditions of a municipality.

Key - words: Environmental Sanitation. Indicators. Water supply. Sanitary Sewage

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo explicativo para demanda e produção de resíduos.	22
Figura 2 - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água. (1-Estação Elevatória).	24
Figura 3 - Representação espacial do índice médio de atendimento urbano por rede de água, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.	25
Figura 4 - Ciclo de uso da água e geração de esgoto.....	26
Figura 5 - Representação espacial do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.	28
Figura 6 - Formação de índice composto por aglutinação de três indicadores simples.	32
Figura 7 - Pirâmide de Informação.....	33
Figura 8 - Hidrografia da Bacia do Alto-Piranhas.	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos indicadores utilizados na análise vertical e horizontal.	36
Quadro 2 - Indicadores selecionados do SNIS.	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Açudes da sub-bacia do rio alto piranhas.....	43
Tabela 2 - População total do município (Fonte: IBGE): (Habitantes).....	45
Tabela 3 - População total atendida com abastecimento de água (Habitantes).....	46
Tabela 4 - Quantidade de ligações ativas de água (Ligações).....	47
Tabela 5 - Quantidade de economias ativas de água (Economias)	47
Tabela 6 - Quantidade de ligações ativas de água com hidrômetro (Ligações)	48
Tabela 7 - Quantidade de economias residenciais ativas de água (Economias)	49
Tabela 8 - Quantidade de economias ativas de água com hidrômetro (Economias).....	49
Tabela 9 - Quantidade de ligações totais (ativas e inativas) de água (Ligações)	50
Tabela 10 - Quantidade de economias residenciais ativas de água com hidrômetro (Economias)	50
Tabela 11 - Extensão de rede de água (Km)	51
Tabela 12 - Volume de água micro medido (1.000 m ³ /ano)	52
Tabela 13 - Volume de água consumido (1.000 m ³ /ano)	53
Tabela 14 - Volume de água faturado (1.000 m ³ /ano)	53
Tabela 15 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água (1.000 KWh/ano)	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Públicas e Resíduos Especiais
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
AH	Análise Horizontal
AV	Análise Vertical
CBHPA	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto de Geografia e Estatística
ISA	Indicador de Salubridade Ambiental
MCID	Ministério das Cidades
PERHPB	Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SCIENTEC	Associação para Desenvolvimento da Ciência e Tecnologia
SUDENE	Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba
SNIS	Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
UNEP	Programa Ambiental das Nações Unidas
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA	14
1.2 Objetivos	16
1.2.1 Objetivo geral	16
1.2.2 Objetivos específicos	16
1.3 Justificativa	17
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
2.1 Gestão Ambiental	19
2.3 Saneamento Ambiental	20
2.4 Análise dos Componentes do Saneamento Ambiental	23
2.4.1 Abastecimento de Água.....	23
2.4.2 Esgotamento Sanitário.....	26
2.4.3 Resíduos Sólidos Urbanos	29
2.4.4 Drenagem urbana de águas pluviais	30
2.5 Indicadores ambientais como ferramenta de planejamento e gestão	31
2.5.1 Conceituando indicador e índice para entender sua funcionalidade	31
2.5.2 Contribuição dos indicadores nas etapas do planejamento	33
2.6 Análise Vertical e Horizontal	34
2.7 Análise vertical e horizontal dos indicadores de água potável e esgotamento sanitário	35
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	38
3.1 Métodos	38
3.2 Tipo da pesquisa	38
3.3 Coleta e análise dos resultados	39
3.3.1 Quanto abordagem.....	39
3.3.2 Quanto à descrição da análise.....	39
3.4 Características da Sub-bacia do Alto Piranhas - PB	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Análise dos indicadores gerais	45
4.2 Análise dos indicadores de água	46

4.2.1 População atendida com abastecimento de água.....	46
4.2.2 Quantidade de ligações e economias ativas.....	47
4.2.3 Extensão de rede de água.....	51
4.2.4 Volume de água.....	52
4.2.5 Consumo de energia elétrica	54
4.3 Análise dos indicadores de esgoto	54
5. CONCLUSÃO.....	55
5.1 Recomendações para trabalhos futuros	57
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO E PROBLEMÁTICA

A água é um recurso natural essencial à existência e manutenção da vida, ao bem-estar social e desenvolvimento econômico, por isso é de fundamental importância que seja utilizada de forma racional. Considerada por muito tempo um recurso ilimitado, o consumo desenfreado resultou no comprometimento da disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, trazendo inclusive inúmeras consequências para a humanidade.

A utilização da água para os diversos usos pela sociedade fez com que a relação do homem com a natureza e, por consequência, a sua relação com a água se modificasse ao longo do tempo. Acredita-se que a relação do homem com os corpos d'água existe há pelo menos dez mil anos, tendo seu início com a agricultura, que era a principal fonte de sustento dos povos da antiguidade. De modo que a história da água na Terra tem relação direta com o crescimento populacional e o grau de urbanização (REIS, 2014).

A urbanização no Brasil, bem como em muitos países em desenvolvimento, nem sempre significa desenvolvimento humano, pois aliado a essa urbanização há desigualdade de acesso aos itens básicos necessários a uma sobrevivência digna, tais como à água, à alimentação, à educação e à saúde. De modo que, o acesso da população à saúde passa, incondicionalmente, pelos elementos abastecimento de água que é uma das vertentes do saneamento ambiental. Para tanto, o que se tem verificado, é a ausência de políticas públicas e planejamento territorial das áreas a serem ocupadas (FREITAS, 2012a).

Nas últimas décadas o consumo de água aumentou duas vezes mais do que a população e a estimativa é que a demanda cresça ainda 55% até 2050. Mantendo os atuais padrões de consumo, em 2030 o mundo enfrentará um déficit no abastecimento de água de 40% (UNESCO, 2015). No Brasil, a preocupação com a escassez de água doce tem sido alvo de inúmeras discussões na perspectiva de se estabelecerem ações articuladas e integradas, além de políticas públicas de controle, planejamento e gestão territorial que garantam a manutenção de sua disponibilidade em condições adequadas tanto para presente quanto para as futuras gerações.

Entre as décadas de 70 e 80, os problemas ambientais passaram a ser descritos como problemática de amplitude global dando início a movimentos em todo o mundo através de inúmeros encontros, conferências, tratados e acordos assinados pelos países. A partir dos anos 1990, essa temática passa a ser incluída dentro de um cenário de políticas públicas e

aumentam as discussões para compreender a relação entre meio ambiente, saúde e saneamento. De modo que a situação precária do saneamento ambiental tem reflexos imediatos nos indicadores de saúde que são influenciados pela problemática ambiental crescente e afetam diretamente o bem estar do ser humano (DIAS, 2011).

Com a aprovação da Lei nº 11.445 no ano de 2007, ficaram estabelecidas as diretrizes e a política nacional do saneamento ambiental. O Brasil passou a ter um marco legal para o setor, onde foram criadas regras mais claras para que houvesse organização e eficiência no setor de saneamento. Assim, a citada norma legal atua sobre todos os setores de saneamento ambiental e engloba ainda o controle social e o processo de participação da população.

Com a globalização, o crescimento demográfico desordenado e a ausência de planejamento no uso e ocupação do solo os problemas ambientais se intensificam. Essa situação se agrava em virtude da deficiência ou ausência total de infraestrutura, como a falta de saneamento ambiental, as moradias inadequadas localizadas em áreas de risco; a contaminação de água e mananciais, resultando numa carência de recursos em todos os níveis, que comprometem a saúde e a qualidade de vida da população (PEREIRA, 2013).

Nesse contexto, Souza (2010) destaca que o saneamento ambiental tem papel importante na preservação dos recursos hídricos e no chamado desenvolvimento ambiental sustentável, diante de sua interferência no ciclo de uso das águas nos aspectos quantitativos e qualitativos. À medida que as demandas dos usos múltiplos da água crescem, a necessidade de aumentar a oferta da água torna-se um grande desafio devido a sua escassez, além disso, existe também a dificuldade em controlar a grande quantidade de efluentes geradas nas bacias hidrográficas.

No Brasil, 93,2% dos brasileiros de áreas urbanas são atendidos com abastecimento de água, ou seja, cerca de 45 milhões de brasileiros ainda não têm água tratada e apenas 57,6% desses brasileiros têm coleta de esgoto nas cidades. De forma que esses números se refletem em poluição dos recursos hídricos e em doenças que colocam o Brasil muito longe de qualquer comparação com países europeus e da América do Norte (SNIS, 2014).

A falta de saneamento ambiental é considerada uma das principais responsáveis pelas internações por doenças de veiculação hídrica, pela mortalidade infantil e ainda pelo desenvolvimento humano das comunidades no entorno das unidades de produção. Dessa maneira, a poluição dos recursos hídricos além de causar implicações imediatas na saúde e na qualidade de vida das pessoas também reduz e encarece os serviços de tratamento das águas, prejudicando a agricultura, o comércio, a indústria, o turismo, entre outros setores da economia.

Na região semiárida do nordeste brasileiro, em virtude das consequências da pior seca dos últimos 50 anos, as reservas hídricas enfrentam limitações de caráter qualitativo e quantitativo. Destacando a região do Alto Curso do Rio Piranhas que apresenta problemas de escassez hídrica, decorrentes das chuvas irregulares e as elevadas taxas de evaporação. Associado à escassez hídrica, o aumento da população, o uso da água para a irrigação, abastecimento humano, a falta de saneamento e a poluição estão comprometendo os corpos hídricos paraibanos (FREITAS, 2012b).

Com base no que foi exposto, este trabalho buscou responder a seguinte problemática: **Como está a situação do saneamento na sub-bacia do Alto Piranhas no Sertão Paraibano, considerando especificamente as vertentes da água potável e do esgotamento sanitário no período de 2010 a 2014?**

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Analisar os indicadores de água potável e de esgotamento sanitário da sub-bacia hidrográfica do Alto Piranhas, localizado no Estado da Paraíba, nos anos de 2010 a 2014.

1.2.2 Objetivos específicos

- Sistematizar os principais indicadores de água potável e de esgotamento sanitário das cidades que estão correlacionados com sub-bacia estudada;
- Analisar através da técnica de análise vertical e horizontal os indicadores selecionados da sub-bacia do Alto Piranhas-PB.
- Evidenciar a situação da sub-bacia estudada no período de 2010 a 2014.

1.3 Justificativa

O processo de urbanização vem se intensificando cada vez mais em todo o mundo. Esse crescimento acelerado, associado a um espaço reduzido, sem a infraestrutura necessária, fazem parte de alguns dos principais causadores da poluição dos recursos hídricos e de impactos nos mananciais. Nesse panorama as cidades brasileiras têm se desenvolvido criando uma estrutura com déficits habitacionais de saneamento ambiental, saúde, entre outros. Para tanto, expandir a infraestrutura de saneamento significa reduzir a mortalidade infantil, as internações por doenças de veiculação hídrica e a despoluição dos rios e mananciais (TSUTIYA; SOBRINHO, 2011).

Segundo informações da UNESCO (2014) há estimativas de que mais de 80% da água usada no mundo e mais de 90% nos países em desenvolvimento não é coletada e nem tratada. E ainda que 36% da população mundial, cerca de 2,5 bilhões de pessoas, vivem sem saneamento adequado, o que é a provável causa da morte de mais de 1,5 milhões de crianças com menos 5 anos no mundo todos os anos. Com isso, entende-se que há necessidade urgente de melhorias, monitoramento no tratamento de água e controle de efluentes sanitários alinhados a ações que priorizem a reversão da situação desastrosa do setor.

Segundo estudo realizado por Santos (2012) na cidade de Aquidauana – MS a utilização de Indicadores Ambientais pode auxiliar o planejamento na obtenção de informações necessárias para orientar os gestores públicos a tomarem decisões e a diagnosticar a salubridade ambiental da área urbana. Para isso foi utilizado o Indicador de Esgotamento Sanitário-IES, adaptado do modelo Indicador de Salubridade Ambiental-ISA. Nesse estudo constatou-se, entre outras coisas, que a utilização de indicadores é um instrumento adequado e de fácil utilização que incorpora uma grande quantidade de dados disponíveis de instituições, departamentos, secretarias e demais organizações para aplicação do ISA ou de outros indicadores.

De acordo com Santos (2014) é necessário que a gestão pública municipal utilize ferramentas que ofereçam a possibilidade de identificar a realidade em que se vive e a relação da sociedade com a natureza, ou seja, fazer uso de indicadores para avaliar o cenário urbano e seu desenvolvimento. O estudo foi realizado com o intuito de conhecer os indicadores que estão sendo utilizados pela administração pública de Araguari-MG para adquirir informações sobre a realidade dos fatores selecionados, quais sejam, saúde e saneamento ambiental. Todavia, por meio da aplicação do Indicador de Salubridade – ISA foi possível identificar que

a administração pública de Araguari-MG tem investido no saneamento ambiental nas áreas de abastecimento de água, e pouco têm investido em coleta de esgoto e resíduos sólidos.

No Brasil a poluição das águas por despejo de esgotos domiciliares *in natura* ou tratadas insuficientemente ainda é uma das principais causas de degradação da qualidade dos cursos d'água urbanos, o que impacta negativamente na saúde e bem estar de milhares de pessoas. Logo, faz-se necessário desenvolver estudos que contribuam para ampliar a efetividade de instrumentos de gestão pública voltados para a expansão dos serviços de saneamento para a população. Nesta temática da gestão dos sistemas de saneamento, os indicadores assumem especial relevância. A escolha de um sistema adequado de indicadores que proporcione uma visão integrada do funcionamento e exponha as fragilidades e potencialidades dos serviços de saneamento, favorecendo a avaliação dos fatores que orientam as ações para o funcionamento destes serviços (SCHNEIDER *et al.*, 2010).

Acredita-se que a análise dos indicadores das vertentes água potável e esgotamento de efluentes, na sub-bacia do Rio Alto Piranhas se justifica porque contribui com a administração pública, em fazer uma leitura da realidade e subsidiar os gestores públicos numa possível tomada de decisão neste setor. Servindo para auxiliar no planejamento e na alocação de recursos de investimento que visam consequentemente à melhoria da qualidade de vida da população do sertão paraibano.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão Ambiental

As questões ambientais tem se tornado motivo de grandes discussões no meio social e empresarial, visto que o aumento da população humana, somado com o desenvolvimento do sistema capitalista, que rege toda a forma de produção industrial e tecnológica, adotado por quase todas as nações do planeta, vem ocasionando um consumo cada vez maior dos recursos naturais, gerando assim, uma série de impactos ambientais com consequências diversas para todas as pessoas. Em decorrência desses inúmeros problemas ambientais faz-se necessário a implantação dos conceitos de gestão ambiental e sustentabilidade, objetivando sensibilizar toda a sociedade para a oportunidade de investir em alternativas de produção mais limpa e eficiente, minimizando os impactos ambientais ocasionados pelos seres humanos e as grandes corporações (FELIX; SANTOS, 2013).

A conscientização sobre a importância da gestão ambiental foi ocorrendo aos poucos, começando nos Estados Unidos, na década de 60; no Canadá; na Europa; no Japão; na Nova Zelândia e na Austrália, na década de 70; na América Latina e na Europa Oriental, nos anos 80. Com o intuito de promover a compatibilização das atividades humanas com a qualidade e a preservação do patrimônio ambiental de modo a garantir um meio ambiente saudável, a gestão ambiental envolve inúmeras temáticas como, por exemplo, recursos hídricos, energia, aquecimento global, poluição, biodiversidade, desertificação e resíduos (SABBAGH, 2011).

Dessa forma, a gestão ambiental é definida como uma ciência que busca administrar as atividades humanas com o intuito de utilizar de forma racional os recursos naturais, garantindo a preservação, conservação, reciclagem e redução dos impactos ambientais, além disso, devem estar aliadas ao eixo do conhecimento as técnicas de recuperação, de reflorestamento, de tratamento, estudo de risco, dentre outras, e ainda a educação ambiental, ou seja, um programa de conscientização para a sociedade (VIEIRA; CURI; MONTEIRO, 2015).

A gestão ambiental também pode ser entendida como uma ação do poder público e privada conduzida seguindo uma política ambiental, a qual engloba um conjunto de objetivos, diretrizes e instrumentos de ação para a produção dos efeitos desejáveis sobre o meio ambiente. Em decorrência da maior participação dos estados nacionais em questões ambientais e devido à diversidade de problemas, surgiu uma variedade de instrumentos de

políticas públicas ambientais com a finalidade de contribuir para a preservação dos recursos naturais (BARBIERI, 2007).

De acordo com uma análise do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (2012) sobre os impactos ambientais foram levantados doze grandes problemas que preocupam pesquisadores e gestores, dentre os quais podem ser citados: rápido crescimento demográfico, urbanização acelerada, desmatamento, poluição marinha, poluição do ar e do solo, poluição e eutrofização de rios, lagos e reservatórios, perda de biodiversidade, impactos negativos das grandes obras civis, alteração do clima, aumento das necessidades energéticas, aumento da produção de alimentos e a falta de saneamento ambiental.

Contudo, Barbieri (2007) destaca que a gestão ambiental começou de modo mais efetivo pelos governos dos Estados nacionais, e conseguiu se desenvolver rapidamente como uma resposta aos problemas que surgiam. Por muito tempo, as iniciativas governamentais eram, em sua grande maioria, de caráter corretivo, ou seja, o enfrentamento dos problemas se dava somente depois que eles já haviam ocorrido. Dessa maneira, acabava acarretando ações fragmentadas baseadas em medidas pontuais, desintegradas e pouco eficazes. Somente na década de 1970 começaram a surgir políticas governamentais, com o objetivo de tratar das questões ambientais de modo integrado e com a introdução de uma abordagem preventiva.

Portanto, a preservação do meio ambiente a cada ano passa a ser entendida como a utilização de forma racional dos recursos naturais, a fim de garantir uma melhor qualidade de vida para as gerações futuras sem deixar de atender as necessidades da geração presente, de forma a disseminar a ideia de solidariedade intergeracional. Daí a necessidade de se desenvolver programas de urbanização das cidades que contemplem as dimensões: econômica, social, ambiental e institucional.

2.3 Saneamento Ambiental

Em virtude das condições materiais e sociais de cada época, do avanço do conhecimento e da sua apropriação pela população o conceito de saneamento foi sendo modificado ao longo do tempo. O pensamento no campo do saneamento passou a ser adotado não só como questão de ordem sanitária, mas também ambiental e o conceito de saneamento básico passou a ser tratado como saneamento ambiental que tem um sentido mais amplo para alcançar a administração do equilíbrio ecológico, relacionando-se, também, com os aspectos

culturais, econômicos e administrativos, além de medidas de uso e ocupação do solo (SOUZA, 2010).

De acordo com a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA, 2007), saneamento ambiental compreende o conjunto de ações socioeconômicas que visa obter a Salubridade Ambiental, por meio de abastecimento de água potável, coleta sanitária de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, promoção da disciplina sanitária de uso do solo, limpeza e drenagem urbana, controle de doenças transmissíveis, demais serviços e obras especializadas com a finalidade de proteger e melhorar as condições de vida da população tanto urbana quanto rural.

A Lei nº11.445/2007 em seu artigo 3º define saneamento como:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Dessa forma, apesar da Lei nº11.445/2007 mencionar a denominação saneamento básico, adota o conceito de saneamento ambiental. Santos e Pereira (2010) ressaltam que essa lei teve por finalidade o estabelecimento de diretrizes para o saneamento ambiental. Dentre outras inovações, a lei introduziu um novo conceito de saneamento básico, atualmente denominado Saneamento Ambiental, que já vinha sendo discutido. Com a nova lei, a concepção antiga de saneamento como abastecimento de água e esgotamento sanitário foi superada, entendendo que o melhor conceito é o que integra, além das atividades referidas, a drenagem, o tratamento e a disposição final de águas residuais, e ainda o recolhimento, tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos. Assim, o conceito de saneamento passou a incluir os serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, além da existência

de um plano de ação por parte dos prestadores de serviço e a participação de órgão colegiados no controle social do serviço de saneamento.

Para tanto, a finalidade de ambos os saneamentos, básico e ambiental, é a mesma. Porém, enquanto o saneamento básico possui uma visão mais antropocêntrica e consequentemente tecnológica, o saneamento ambiental procura a preservação do ambiente, papéis dos organismos no tratamento de resíduos, etc. Assim, o saneamento ambiental enfatiza o aproveitamento do meio ambiente para obter o bom saneamento. Nesse sentido, o saneamento ambiental possui alta potencialidade na contribuição para alcance do desenvolvimento sustentável (KOBİYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

Segundo Kobiyama, Mota e Corseuil (2008) a complexidade do funcionamento e dos processos necessários para manutenção da vida humana, conforme o modelo econômico capitalista, principalmente no perímetro urbano, torna essencial a implantação, execução e manutenção de um sistema de saneamento eficaz. Os modelos explicativos para os sistemas de saneamento ressaltam a importância de determinar a ocupação dos diferentes núcleos populacionais e para isso utilizam a simplificação do domicílio como elemento unitário para avaliação de demandas e produção de efluentes e resíduos (Figura 1).

Figura 1 - Modelo explicativo para demanda e produção de resíduos.



Fonte: Kobiyama, Mota e Corseuil (2008).

A humanidade desenvolveu-se bastante ao longo dos últimos anos. A produção aumentou e o comércio expandiu, provocando a chamada Revolução Industrial. Com o fenômeno da urbanização, o aumento da população, da degradação ambiental e da crescente

demanda e desperdício, houve uma intensa diminuição da disponibilidade de água limpa em todo o planeta. Além do aumento nos usos da água que influencia diretamente na quantidade de esgotamento sanitário e resíduos sólidos gerados. Sendo importante a identificação de eventuais elementos do setor produtivo, tais como indústrias ou grandes comércios, que demandem ações específicas de saneamento. Dessa maneira, estas ações tem como objetivo garantir a integridade e qualidade do meio ambiente para as gerações atuais e futuras (COSTA,2010).

2.4 Análise dos Componentes do Saneamento Ambiental

A saúde e qualidade de vida da população dependem diretamente do saneamento, que consiste quase que totalmente em ações relacionadas à água, como abastecimento de água, manejo de águas pluviais e também aquelas que garantem a integridade dos mananciais, como esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos. De modo que, para a obtenção de boas condições de saneamento é necessário que haja o gerenciamento adequado dos recursos hídricos que, por sua vez, engloba as seguintes ações de saneamento: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos urbanos e a drenagem urbana de águas pluviais (KOBİYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

2.4.1 Abastecimento de Água

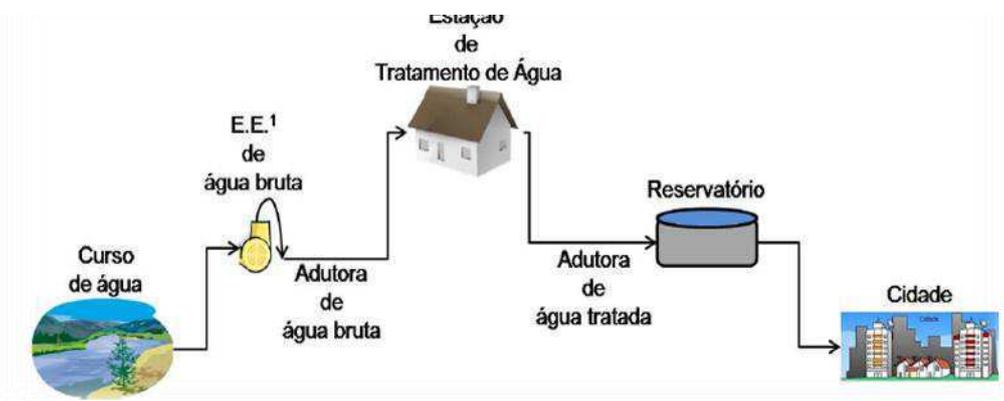
A água como elemento essencial a sobrevivência de todos os seres vivos e necessária para o desenvolvimento das atividades humanas, constitui-se como fator que condiciona bem estar, desde que se apresente em condições salubres para a utilização. Assim, disponibilidade de água significa que ela esteja presente não somente em quantidade adequada em uma dada região, mas também que sua qualidade deve ser satisfatória para suprir as necessidades, para proteção à saúde e para propiciar o desenvolvimento econômico (LOPES, 2010).

Quase quatro quintos da superfície terrestre é coberta por água. Desse total, 97,0% estão nos mares e os 3% restantes são de água doce. Entre as águas doces, 2,7% são formadas por geleiras, vapor de água e lenções existentes em grandes profundidades (mais de 800m), não sendo economicamente viável seu aproveitamento para o consumo dos seres humanos. Assim, constatou-se que somente 0,3% do volume total de água do planeta pode ser utilizado

para o consumo, onde 0,01% pode ser encontrada em fontes de superfície (lagos, rios) e o restante, 0,29% em fontes subterrâneas (poços e nascentes) que vem sendo acumuladas no subsolo há séculos e somente uma pequena fração é acrescentada anualmente pelas chuvas retiradas pelos seres humanos (BATISTA; SANTANA, 2012).

De acordo com Kobiyama, Mota e Corseuil (2008) a captação de água bruta pode ser feita, tanto de um manancial superficial (cursos d'água, lagos e represas), quanto de um manancial subterrâneo. De modo que o abastecimento de água consiste em produzir água potável a partir de uma fonte de água bruta e distribuí-la sem interrupções e com o mínimo possível de falhas como observado na Figura 2.

Figura 2 - Sistema de abastecimento de água, com captação em curso de água. (1-Estação Elevatória).

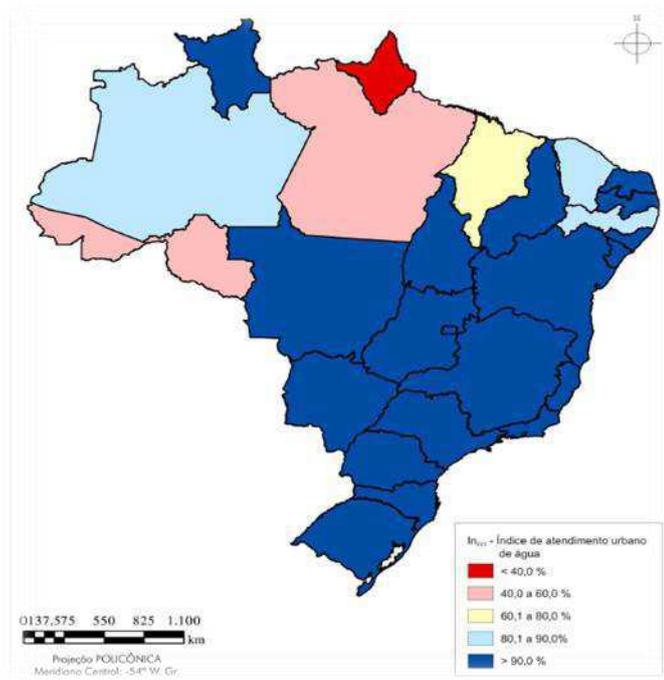


Fonte: Kobiyama, Mota e Corseuil (2008).

Sendo o serviço de abastecimento de água de fundamental importância para a população, a ausência ou fornecimento inadequado ocasionara sérios riscos à saúde das pessoas. Para Bueno (2009) os recursos hídricos devem ser preservados para que mantenham as condições sanitárias adequadas à utilização para o abastecimento humano, e para isso é necessário que exista manutenção do ciclo hidrológico, impedindo qualquer contaminação. A contaminação da água pode ser evitada, quando a permeabilidade do solo é mantida, ou seja, quando existe cobertura vegetal. Assim, a precipitação alcança a cobertura vegetal e chega à superfície, o processo erosivo é evitado, de forma que a água penetra no solo e através da percolação chega aos lenções freáticos para alimentar os cursos d'água e nascentes. Juntamente com a cobertura do solo, a manutenção de áreas agrícolas pela extinção do uso de agroquímicos também contribui para a salubridade da água.

No Brasil, o consumo médio de água é de 162 litros por habitante ao dia, com variações regionais de 118,9 l/hab.dia no Nordeste a 187,9 l/hab.dia no Sudeste. Em relação ao abastecimento, o país possui 586,2 mil quilômetros de redes de água com atendimento a uma população urbana igual a 156,4 milhões de habitantes no ano de 2014, o que representa um incremento de novos 2,4 milhões de habitantes atendidos, crescimento de 1,5%, na comparação com 2013. Quanto ao índice de atendimento, pôde-se observar valores bastantes elevados nas áreas urbanas das cidades brasileiras, que possui média nacional de 93,2% como observado na Figura 3, destaque para as regiões Sul com índice médio de 97,3%, o Sudeste com 96,8% e a região Centro-Oeste com índice médio de atendimento de 96,7% (SNIS, 2014).

Figura 3 - Representação espacial do índice médio de atendimento urbano por rede de água, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte: SNIS (2014).

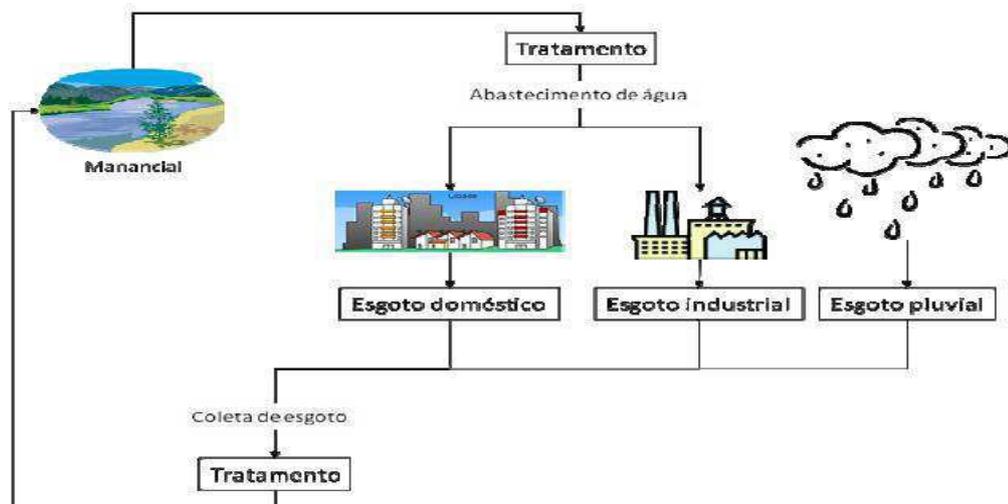
Para Santos (2014) o abastecimento de água é um dos usos que mais consomem os recursos hídricos e que está diretamente relacionado com o aumento da população, o nível de urbanização e aos múltiplos usos, como hidroelétricas, transporte, turismo, agricultura, indústrias entre outros, que afetam sua qualidade e quantidade. Com o crescimento dos centros urbanos as redes de distribuição de água se estendem e o consumo aumenta, tanto pela população, como pelo comércio e as indústrias locais que necessitam aumentar suas produções para atender as crescentes necessidades da comunidade.

2.4.2 Esgotamento Sanitário

Esgoto é o termo usado para as águas que, após a utilização humana apresentam as suas características naturais alteradas, podendo ser classificado de três formas: doméstico, industrial e pluvial. Assim, o uso da água nas residências, seja para higiene pessoal, necessidades fisiológicas humanas, preparação de alimentos e/ou limpeza em geral, dá origem ao esgoto doméstico. Nas indústrias, os processos produtivos acabam por gerar o esgoto industrial. E quando chove a água que escorre por telhados, ruas e calçadas limpando a cidade, origina o que chamamos de esgoto pluvial, que possui alta carga poluente, sendo que muitas vezes, é impossível conter seu fluxo para tratá-lo. Desse modo, esse determinado fluxo acaba poluindo os corpos d'água (KOBİYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

Ainda para Kobiyama, Mota e Corseuil (2008) o esgotamento sanitário compreende as ações de coleta, tratamento e destinação final dos esgotos. Com a finalidade de preservar o meio ambiente e impedir que as águas poluídas pelo homem durante os processos anteriormente citados, contaminemos corpos d'água, disposição no solo, infiltração e contaminação das águas subterrâneas. A Figura 4 mostra que o esgotamento sanitário, assim como garante a integridade do manancial, também possibilita que este seja utilizado para abastecimento de água.

Figura 4 - Ciclo de uso da água e geração de esgoto.



Fonte: Kobiyama, Mota e Corseuil (2008).

De acordo com Anjos Júnior (2011) o sistema de esgotamento sanitário é um conjunto de obras e instalações destinado a possibilitar a coleta, o afastamento, o condicionamento

(tratamento, quando necessário) e uma disposição final sanitariamente adequada para as águas servidas de uma determinada comunidade, evitando a contaminação da população, do subsolo e dos lençóis subterrâneos.

Segundo FUNASA (2007) os esgotos tem como principais características físicas a matéria sólida, temperatura, odor, cor e turbidez e variação de vazão. Já no que se refere as principais características químicas tem a matéria orgânica, onde cerca de 70% dos sólidos no esgoto são de origem orgânica, geralmente esses compostos orgânicos são uma combinação de carbono, hidrogênio e oxigênio, e algumas vezes com nitrogênio; enquanto que, a matéria inorgânica é formada principalmente pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas.

Já com relação as características biológicas do esgoto a FUNASA (2007) ressalta que são os microrganismos, cuja principais são as bactérias, os fungos, os protozoários, os vírus e as algas; e os indicadores de poluição que são vários organismos cuja presença num corpo d'água indica uma forma qualquer de poluição. Para indicar a poluição de origem humana adotam-se os organismos do grupo coliformes como indicadores. As bactérias coliformes são típicas do intestino humano e de outros animais de sangue quente. Estão presentes nas fezes humanas (100 a 400 bilhões de coliformes/hab.dia) e são de simples determinação.

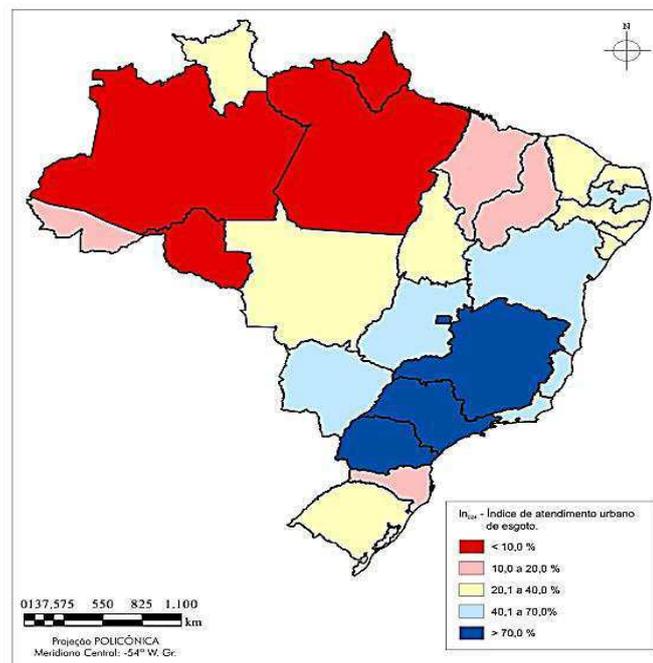
Para Lopes (2015), pode-se dividir o sistema de esgotamento sanitário em duas grandes áreas: esgotamento sanitário e tratamento de esgotos, onde a parte de esgotamento sanitário compreende os aspectos que estão relacionados ao projeto, operação e manutenção dos diversos componentes desse sistema, enquanto que, tratamento de esgoto, envolve o tratamento direcionado para a qualidade final desse efluente, tendo em vista o destino de lançamento do mesmo e a influência dessa destinação na saúde pública, qualidade de vida e meio ambiente.

O autor destaca ainda que para um bom desempenho do sistema de esgotamento sanitário cada unidade e órgão acessório deste sistema possui uma função específica. Caso haja, interferências ou interrupções em um desses componentes podem oferecer problemas de operacionalidade e até diminuir a eficiência do sistema. Portanto, todos esses elementos são de fundamental importância para que o sistema seja executado sem oferecer riscos ao meio ambiente e a saúde da população.

No Brasil, o índice de atendimento urbano com rede coletora de esgotos, apresentado na Figura 5, aponta valores acima de 70% apenas no Distrito Federal e em 3 estados, São Paulo, Minas Gerais e Paraná, mesmas Unidades da Federação de 2012 e 2013, com inclusão apenas do estado do Paraná. Na faixa de 40% a 70%, aparecem outros 6 estados, Rio de

Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia e Paraíba (esse último subiu de faixa com relação a 2013). Já na faixa seguinte, de 20% a 40%, situam-se 9 estados, Roraima, Rio Grande do Sul, Ceará, Alagoas, Rio Grande do Norte, Mato Grosso, Pernambuco, Sergipe e Tocantins (esse último subiu de faixa com relação a 2013); enquanto que na penúltima faixa, 10% a 20%, encontram-se 4 estados, Santa Catarina, Acre, Maranhão e Piauí (esse último subiu de faixa com relação a 2013). Por fim, na menor faixa, inferior a 10%, há 4 estados, Amazonas, Pará, Rondônia e Amapá, um a menos que em 2013 (SNIS, 2014).

Figura 5 - Representação espacial do índice médio de atendimento urbano por rede coletora de esgotos, distribuído por faixas percentuais, segundo estado.



Fonte: SNIS (2014).

A disposição inadequada dos esgotos pode disseminar inúmeras doenças, já que a falta de esgotamento sanitário favorece o contato, direto ou indiretamente, das pessoas com esse líquido, podendo ocasionar a proliferação de doenças que, associadas a fatores como má nutrição resulta em altos índices de morbidade e mortalidade. Assim, o esgotamento sanitário é de grande importância na busca da proteção à saúde, evitando a contaminação dos mananciais, colaborando para o tratamento de água e diminuindo a incidência de algumas doenças, e ainda contribui para a preservação do meio ambiente e seus ecossistemas (LOPES, 2015).

2.4.3 Resíduos Sólidos Urbanos

Um dos grandes problemas ambientais da atualidade é a intensa geração de resíduos sólidos urbanos (RSU). A gestão desses resíduos tem sido foco da preocupação de pesquisadores das mais diversas áreas de estudo, além de se tornar um dos grandes desafios para as cidades ao longo das próximas décadas (SANTIAGO; DIAS, 2012).

No Brasil, os problemas com a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos (RSU) são frequentes e as situações distinguem-se de município para município. Porém, a Constituição Federal de 1988 deixa claro em seu art. 30 que é de responsabilidade do poder público local a confiabilidade pelos serviços de limpeza pública, inclusive a coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos. Desse modo, cabe ao município legislar, gerenciar e definir o sistema de saneamento local (BRASIL, 2012).

Todavia, o desenvolvimento econômico e a urbanização, ao longo do século XX, provocaram uma pressão significativa em diversos setores da economia nacional, em especial nos serviços de abastecimento de água, distribuição de energia elétrica, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos. Aliado a isso, o aumento dos padrões de consumo contribuíram para o crescimento na quantidade e complexidade dos RSU, favorecendo a geração dos resíduos e outros graves problemas sanitários, principalmente nos países em desenvolvimento (DIAS *et al.*, 2012).

De acordo com a Lei 12.305/2012, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em seu artigo 3º, inciso XVI, resíduo sólido é definido como: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

A disposição final dos resíduos sólidos, no Brasil, se dá de três modos: aterro sanitário, aterros controlados e lixões, sendo este último a forma mais precária e ambientalmente inadequada de disposição dos resíduos sólidos urbanos. Porém, em nosso país mais 50% dos resíduos coletados são dispostos em lixões a céu aberto (PNSB, 2008).

No ano de 2011, uma pesquisa realizada pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Públicas e Resíduos Especiais – ABRELPE, mostrou que a população urbana do Estado da Paraíba era de 2 860 000 habitantes e a quantidade de resíduos sólidos urbanos

gerados foi de 2 660 t/dia o que corresponde a uma per capita de 0,93 kg/hab/dia. De modo que, desse total de resíduos sólidos gerados 80% eram coletados e apenas 30,7% recebiam destinação ambientalmente adequada, ou seja, os outros 69,3% restantes eram dispostos em aterros sanitários. (ABRELPE, 2011).

Para Marinho e Nascimento (2014), a ineficiência do serviço de coleta e tratamento dos resíduos sólidos vem provocando sérios desequilíbrios ambientais. Os lixões crescem de forma desordenada em todo país, principalmente nas áreas periféricas dos grandes centros urbanos. Esse processo promove, também, o agravamento do quadro de saúde pública e o aumento da incidência de doenças infecciosas e isso é reflexo do atendimento inapropriado à população no que tange ao serviço de gerenciamento final dos resíduos sólidos.

2.4.4 Drenagem Urbana de Águas Pluviais

No Brasil, a maioria das cidades enfrentam problemas como os alagamentos urbanos que são provocados pelo acúmulo de águas nas ruas, produzidos pelo escoamento superficial das águas pluviais e seu excedente que não infiltra no solo já impermeabilizado devido ao uso incorreto (ALMEIDA; COSTA, 2014).

Para Almeida e Costa (2014), o crescimento das cidades está cada vez mais acelerado, com isso, surgem problemáticas que são frequentes em cidades mal planejadas ou que crescem desordenadamente sem políticas de desenvolvimento urbano. Diante desse cenário o saneamento ambiental tornou-se um gargalo para a administração pública em todo o país, principalmente quando se trata de drenagem urbana.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (2008) dos municípios brasileiros que declararam possuir manejo de águas pluviais urbanas, apenas 12,7% possuíam os dispositivos. Além disso, o estado do Amapá se destaca na pesquisa, pois dos três municípios que declaram possuir manejo de águas pluviais, nenhum apresentou tal equipamento, contribuindo para que a região norte continue em penúltimo lugar entre as regiões brasileiras que não possuem tal serviço.

A drenagem urbana corresponde a um conjunto de atividades, infraestrutura e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas. Sendo o sistema de drenagem composto por dois tipos de intervenções no ambiente, que são: as medidas estruturais e as medidas não estruturais, onde

as estruturais são as chamadas obras hidráulicas necessárias para um bom escoamento das águas pluviais, enquanto que, as não estruturais são as propostas com objetivo de diminuir os efeitos causados pelas águas pluviais, mas que não são, necessariamente, grandes obras de engenharia, mesmo assim, as duas medidas devem se complementar (PHILIPPI JR. *et al.*, 2005).

Almeida e Costa (2014) enfatizam que inúmeros benefícios podem ser proporcionados as cidades com a existência de um sistema adequado de drenagem urbana, entre eles: a redução de gastos com as vias públicas, redução no gasto com doenças de vinculação hídrica, escoamento rápido das águas superficiais e a recuperação de áreas alagadas ou alagáveis, trazendo segurança e melhor qualidade de vida para toda a sociedade.

2.5 Indicadores ambientais como ferramenta de planejamento e gestão

2.5.1 Conceituando indicador e índice para entender sua funcionalidade

Desde a antiguidade existem registros do uso de indicadores, os quais eram coletados de censos e serviam principalmente para se ter controle sobre as populações dos impérios e cobrar-lhes impostos. Porém, estes só se tornaram instrumentos voltados ao planejamento prospectivo após a segunda guerra mundial, surgindo a primeira geração de indicadores, que são indicadores direcionados a uma visão unidimensional, geralmente econômica, do sistema, que são mais fáceis de serem entendidos e estão disponíveis em praticamente todos os países (KAYANO; CALDAS 2002).

O termo indicador origina-se do latim *indicare*, verbo que significa indicar, apontar, revelar. Ou seja, os indicadores tem como função quantificar e simplificar uma informação de modo a facilitar o entendimento dos problemas tanto pelos gestores como pelo público em geral (VON SPERLING, 2010).

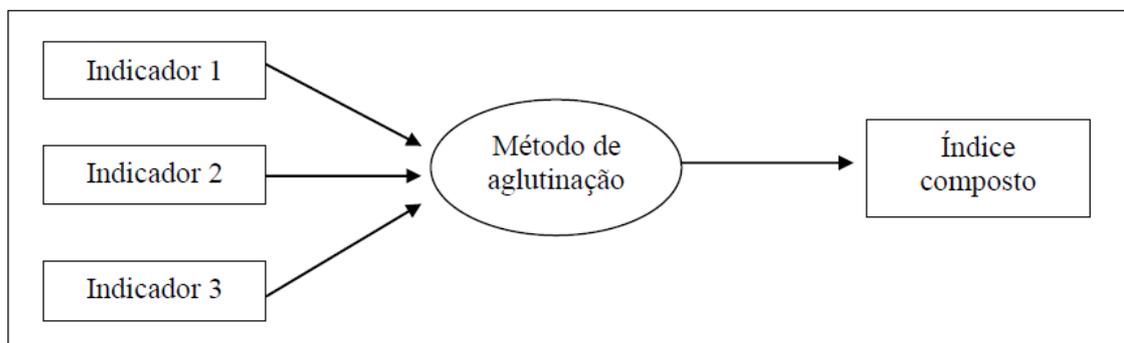
Os autores Guimarães e Feichas (2009) destacam que os indicadores são instrumentos que possibilitam medir a distância entre o quadro atual de uma sociedade e seus objetivos de desenvolvimento, ao mesmo tempo em que, oferecem subsídios à formulação e práticas de políticas públicas.

Já Magalhães Júnior (2007) afirma que os indicadores são capazes de transformar dados brutos em informações de fácil compreensão, já que transformam vários dados em modelos simplificados da realidade. Desse modo, os indicadores são instrumentos de

informações preciosas para subsidiar ou detalhar o conhecimento de inúmeros fatos e processo, porém é necessário tomar alguns cuidados na sua elaboração, buscando sempre informações que tragam novos elementos e esclareçam o que não conseguimos perceber.

A construção dos indicadores está diretamente ligada a quantidade de informações que serão utilizadas, ele pode ter a formação de indicador simples ou composto. Sendo considerado indicador simples aquele que utiliza dois dados estatísticos, enquanto que indicador composto é o agrupamento de dois ou mais indicadores simples, e que também pode ser chamado de índice (JUNNUZZI, 2003). A formação de um índice é ilustrada na Figura 6.

Figura 6 - Formação de índice composto por aglutinação de três indicadores simples.



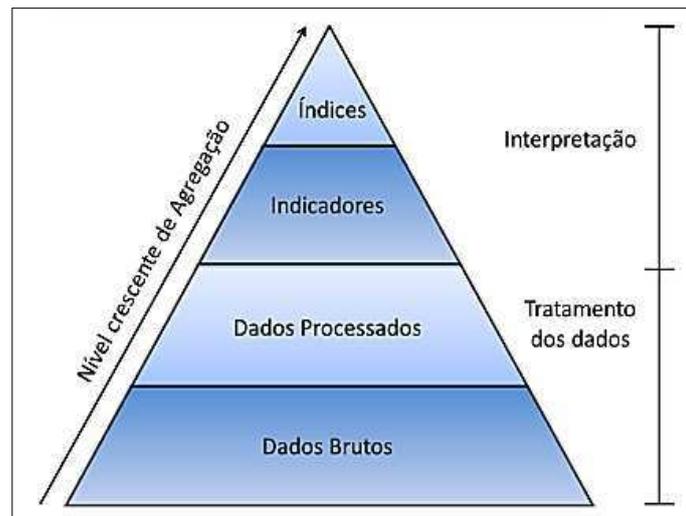
Fonte: Jannuzzi (2003), adaptado pelo autor.

Para Siche *et al.* (2007), entre índice e indicadores existem algumas diferenças básicas. De modo que, um índice é resultado de uma agregação de diferentes dados, objetivando interpretar o resultado geral de um sistema, enquanto que, um indicador é utilizado, na maioria das vezes, como ferramenta que permite a obtenção de uma realidade. Como exemplo, o autor destaca que um indicador pode representar a situação do serviço de coleta de esgoto. Já o índice permite analisar vários elementos do sistema de forma simples e compacta, como o serviço de esgotamento.

Segundo Ogata (2014), para melhor compreensão da relação entre indicadores e índices é apresentada a pirâmide de informação (Figura 7), na qual, o primeiro passo na elaboração de um índice é a obtenção dos dados brutos, ou seja, aqueles dados sem nenhuma espécie de tratamento que é apresentada na base da pirâmide. Esses dados são organizados e tratados estatisticamente de forma a evitar erros e inconsistências no resultado, para que possam ser introduzidos em um banco de dados e apresentarem uma informação que servirá para o desenvolvimento dos indicadores. Os indicadores, por sua vez, resultam desse conjunto de dados; esses são normalizados, ponderados e agregados, formando assim o índice. Ao

final, esses níveis de agregação (indicadores e índices) fazem parte de um trabalho de interpretação, que busca através de uma representação de um sistema, por uma base contextual, entendê-lo de maneira abrangente; isso é realizado por tomadores de decisão, gestores e o público em geral.

Figura 7 - Pirâmide de Informação.



Fonte: Ogata (2014).

De acordo com Philippi Jr., Malheiros e Aguiar (2005) e Miranda e Teixeira (2004), o indicador tem como função contribuir para a concepção integrada entre técnica, política e sociedade compreendendo quais são os fatores indutores e causadores dos problemas ambientais atuais, contribuindo para um maior dinamismo no processo de gestão. Sendo possível a apresentação de informações que possibilitem análises e avaliações da transformação do meio físico e social, e ainda a busca pela elaboração e formulação de políticas e ações urbanas de forma efetiva para haja mudança de atitudes e do consumo da população, objetivando a salubridade do ambiente urbano no seu todo.

2.5.2 Contribuição dos indicadores nas etapas do planejamento

Os indicadores são considerados ferramentas de planejamento que possuem capacidade para orientar os gestores públicos na tomada de decisão e na busca pela melhoria da qualidade ambiental e de vida. Dessa forma, o planejamento ambiental visa o desenvolvimento sustentável, proporcionando a melhoria da qualidade de vida e minimizando

os impactos sobre a natureza e para isso, é necessário fazer o levantamento de dados para criar um sistema organizado de informações a fim de nortear o planejamento da cidade (SANTOS, 2012).

Santos (2008) afirma que o indicador possibilita o estabelecimento de uma relação entre as metas e os objetivos desejados e/ou estipulados com os dados e informações levantados anteriormente, assim este indicador consegue medir o desenvolvimento do planejamento das ações de gestão, sendo necessário o acompanhamento dos avanços ou regressos em todo o processo de planejamento.

De acordo com Almeida *et al.* (1999) o planejamento deve ser visto de forma ampla, como processos de definições e decisões, aplicável a vários tipos e níveis de atividade humana, por meio de ações contínuas voltadas a auxiliar a tomada de decisões para a resolução de objetivos específicos, ou seja, “é a aplicação racional do conhecimento do homem ao processo e tomada de decisões para conseguir uma ótima utilização dos recursos, a fim de obter o máximo de benefícios para a coletividade”.

Para tanto, o principal objetivo dos indicadores relacionados a gestão é avaliar se ocorreu melhora na qualidade de vida da população, bem como no envolvimento da comunidade no processo de planejamento e na tomada de decisão, entre outros. Sendo de fundamental importância no processo de planejamento que a dimensão temporal esteja atrelada a fixação de metas, para que se possa avaliar os efeitos negativos e positivos na qualidade de vida presente e futura (PHILIPPI JR. *et al.*, 2005).

Por fim, Santos (2008) ressalta a importância do uso dos indicadores ambientais como ferramenta de análise espacial para promover as políticas públicas de saneamento e conservação do meio ambiente. A aplicação desses indicadores ambientais permitem a criação de uma base de informações que podem auxiliar os gestores públicos na tomada de decisão e no direcionamento dos recursos financeiros para cada problema específico que for encontrado tendo como finalidade o alcance da salubridade ambiental e a qualidade de vida urbana através de uma visão holística.

2.6 Análise Vertical e Horizontal

Para avaliar as contas expostas nas demonstrações contábeis de uma empresa se faz necessário estabelecer uma relação de comparabilidade para que os valores ali declarados possam atribuir algum significado que venha a contribuir para as tomadas de decisões futuras.

Assim, surge a importância das análises vertical e horizontal que faz a comparação dos valores obtidos em determinado período com aqueles levantados em períodos anteriores e o relacionamento desses valores com outros afins com a finalidade de propiciar um maior conhecimento sobre sua variação (ARAÚJO *et al.*, 2013).

Bruni (2011), destaca que, Análise Vertical:

Busca verificar os percentuais associados aos valores de determinado ano assumindo o total deste ano como sendo igual a 100%. A partir daí, todos os demais valores do ano são convertidos em percentuais do total...[...] A análise vertical permite analisar a composição percentual do total; [...] a composição dos números é estudada em determinado ano.

Em relação a análise horizontal Bruni (2011), contribui que:

A Análise Horizontal busca verificar a evolução temporal do número a partir de um ano-base. Assumimos os valores de determinado ano como sendo igual a 100%. A partir daí, todos os demais valores são convertidos em percentuais do ano-base [...], a evolução dos números contidos nas diferentes contas contábeis é analisada ao longo dos anos.

Já para Neto (1998) a análise horizontal é calculada por meio de números- índices que relacionam o valor de uma conta em determinada data (Vd) e seu valor obtido na data base (Vb), podendo ser visualizado da seguinte forma:

$$\text{Número-índice} = \frac{Vd}{Vb} \times 100 \quad (1)$$

Mesmo sendo um processo comparativo que complementa as informações horizontais, a análise vertical não utiliza um critério temporal para sua execução, mas a influência de cada grupo de contas para o desempenho da organização em determinado exercício (NETO,1998).

O autor ressalta ainda que tanto a análise horizontal como a vertical são ferramentas importantíssimas para melhorar interpretação dos dados da estrutura e da tendência gerados pela empresa, cada uma tendo características em particular que quando complementadas aperfeiçoam o processo da tomada de decisão.

2.7 Análise vertical e horizontal dos indicadores de água potável e esgotamento sanitário

Neste item foi feita a descrição dos indicadores gerais, de água potável e esgotamento sanitário, referentes aos exercícios de 2010 a 2014 (Quadro 1) e a partir destes foram promovidas as análises verticais e horizontais, tendo como base os valores do exercício de 2010. Estas análises, respectivamente, proporcionaram identificar qual a parte de um

determinado aspecto em relação ao valor total do mesmo no ano e acompanhar a evolução dos valores ao longo dos exercícios de 2010 a 2014.

Quadro 1 - Descrição dos indicadores utilizados na análise vertical e horizontal.

Código	Indicador	Definição	Unidade
GE008	Quantidade de sedes municipais atendidas com abastecimento de água.	Quantidade de sedes municipais em que o prestador de serviços atua atendendo com o serviço de abastecimento de água.	Sedes
GE009	Quantidade de sedes municipais atendidas com esgotamento sanitário.	Quantidade de sedes municipais em que o prestador de serviços atua atendendo com o serviço de esgotamento sanitário.	Sedes
GE010	Quantidade de localidades atendidas com abastecimento de água.	Quantidade de localidades, excetuadas as sedes municipais, em que o prestador de serviços atua atendendo com serviço de abastecimento de água.	Localidades
GE011	Quantidade de localidades atendidas com esgotamento sanitário.	Quantidade de localidades, excetuadas as sedes municipais, em que o prestador de serviços atua atendendo com serviço de esgotamento sanitário.	Localidades
GE019	População total dos municípios atendidos com abastecimento de água.	Valor da soma das populações urbanas e rurais do(s) município(s) atendido(s) - sedes e localidades - pelo prestador de serviços com abastecimento de água.	Habitantes
GE020	População total dos municípios atendidos com esgotamento sanitário.	Valor da soma das populações urbanas e rurais do(s) município(s) atendido(s) - sedes e localidades- pelo prestador de serviços com esgotamento sanitário.	Habitantes
A01	População atendida com abastecimento de água.	Valor do produto da quantidade de economias residenciais ativas de água, no último mês do ano, pela taxa média de habitantes por domicílio do estado (companhias estaduais) ou do município (entidades municipais), segundo dados do IBGE.	Habitantes
A02	Quantidade de ligações ativas de água.	Quantidade de ligações ativas de água à rede pública, providas ou não de aparelho de medição (hidrômetro), que contribuíram para o faturamento no último mês do ano.	Ligações
A03	Quantidade de economias ativas de água.	Quantidade de economias ativas de água que contribuíram para o faturamento no último mês do ano.	Economias
A04	Quantidade de ligações ativas de água micro	Quantidade de ligações ativas de água, providas de aparelho de medição (hidrômetro) em funcionamento regular, que contribuíram	Ligações

	medidas.	para o faturamento no último mês do ano.	
A05	Extensão da rede de água.	Comprimento total da malha de distribuição de água, incluindo adutoras, sub adutoras e redes distribuidoras e excluindo ramais prediais, operada pelo prestador de serviços no último mês do ano.	Km
A08	Volume de água micro medido.	Volume de água apurado pelos aparelhos de medição (hidrômetros) instalados nos ramais prediais.	1000m ³ /ano
A10	Volume de água consumido.	Volume de água consumido por todos os usuários, compreendendo o volume micro medido, o volume estimado para as ligações desprovidas de aparelho de medição (hidrômetro) e o volume de água tratada exportado.	1000m ³ /ano
A11	Volume de água faturado.	Volume de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas), para fins de faturamento. Inclui o volume de água tratada exportado.	1000m ³ /ano
A13	Quantidade de economias residenciais ativas de água.	Quantidade de economias residenciais ativas de água que contribuíram para o faturamento no último mês do ano.	Economias
A14	Quantidade de economias ativas de água micro medidas.	Quantidade de economias ativas de água, cujas respectivas ligações são providas de aparelho de medição (hidrômetro) em funcionamento regular, que contribuíram para o faturamento no último mês do ano.	Economias
A21	Quantidade de ligações totais de água.	Quantidade de ligações totais (ativas e inativas) de água à rede pública, providas ou não de aparelhos de medição (hidrômetro), existentes no último mês do ano.	Ligações
A22	Quantidade de economias residenciais ativas de água micro medidas.	Quantidade de economias residenciais ativas de água cujas respectivas ligações são providas de aparelho de medição (hidrômetro) em funcionamento regular, que contribuíram para o faturamento no último mês do ano.	Ligações

Fonte: Adaptado do SNIS (2016).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para atingir os objetivos específicos descritos nesta pesquisa é necessário delinear os materiais e métodos que serão utilizados a fim de obter os resultados.

3.1 Métodos

O presente trabalho pode ser classificado como exploratório e descritivo, com pesquisa de campo. Isto porque, envolve pesquisa bibliográfica, estudo de caso e ainda estabelece relações entre variáveis. As observações serão estabelecidas de forma diretas, porque se utilizará de instrumentos com finalidade de obter dados que evidenciaram o alcance dos objetivos propostos.

A pesquisa exploratória segundo Prestes (2008) é frequentemente utilizada, pois adéqua maiores informações sobre o tema investigado, facilitando sua delimitação e o enfoque para o assunto, podendo inclusive avaliar e estabelecer critérios adotados, bem como métodos e técnicas adequados, para um trabalho satisfatório.

Silva e Menezes (2001) mencionam que a pesquisa descritiva tem como objetivo principal descrever as características de determinada população ou fenômeno, bem como o estabelecimento de relações entre variáveis, usando-se da coleta de dados ou qualquer modalidade de tratamento ou evidenciação no estudo.

Segundo Yin (2010), utiliza-se o estudo de caso quando pretende-se entender um fenômeno da vida real em profundidade, mas esse entendimento engloba importantes condições contextuais, como também inclui outras características técnicas, coleta de dados e as estratégias de análise de dados.

3.2 Tipo da pesquisa

Para o desenvolvimento da pesquisa optou-se pelo método dedutivo. Esta opção se justifica, porque o método escolhido parte de uma visão sistêmica para se chegar ao uma parte. O material documentado e coletado, bem como, as respectivas análises dos resultados serão estruturados na forma de monografia.

Gil (2008) destaca que o método dedutivo parte do geral para o particular. Assim, esse método parte de concepções tidas como verdadeiras e indiscutíveis, proporcionando chegar a conclusões exclusivamente formais.

3.3 Coleta e análise dos resultados

3.3.1 Quanto abordagem

No que se refere à abordagem do problema, esta pesquisa destaca-se pela natureza quali-quantitativa. De acordo com Beuren (2008), a pesquisa qualitativa apresenta uma análise mais profunda em relação aos fenômenos que estão sendo estudados, visando destacar características não verificadas através de um resultado de um estudo quantitativo. Diferente da pesquisa qualitativa, a abordagem quantitativa tem como intuito a utilização de instrumentos estatísticos e/ou matemáticos, tanto na coleta quanto no tratamento dos dados, dessa forma, a pesquisa quantitativa não é tão profunda na busca da compreensão da realidade dos fenômenos, sendo frequentemente utilizada nos estudos descritivos, que procuram descobrir e classificar a relação entre variáveis, bem como, a relação de causalidade entre fenômenos.

3.3.2 Quanto à descrição da análise

Para pôr em prática os objetivos específicos propostos foi realizada inicialmente uma pesquisa bibliográfica em artigos científicos, tese e dissertações sobre saneamento ambiental, indicadores ambientais e seu uso pelos gestores públicos no planejamento e na tomada de decisão das políticas públicas, além disso, foi feito um levantamento dos principais dados disponíveis sobre a bacia hidrográfica em estudo.

Os dados referentes ao sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário foram coletados através da internet, por meio do site do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS), criado pelo Governo Federal em 1995 e vinculado à Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID). Esse sistema apresenta um banco de dados de esfera federal de caráter institucional, administrativo, operacional, gerencial, econômico-financeiro e de qualidade sobre a prestação de serviços de água e de esgoto.

É importante ressaltar que esse sistema de informações, coleta apenas dados primários e não indicadores, pois possui o seu próprio sistema de cálculo de indicadores utilizando expressões matemáticas, que tem como base as informações coletadas, e previamente tratadas.

O sistema de informações de Água e Esgotos possui as seguintes famílias: Gerais; Contábeis; Operacionais – água; Operacionais – esgotos; Financeiras; Qualidade; Tarifas e pesquisa sobre sistemas alternativos (somente locais); e ainda dispõe de informações sobre Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). A partir dessas informações são calculados e disponibilizados os indicadores que compõem as seguintes famílias: Econômico-financeiros e administrativos; Operacionais – água; Operacionais – esgotos; Contábeis (apenas empresas); e Qualidade (nível municipal). Além disso, a pesquisa de dados de água e esgoto podem ser feitas a partir de seis lógicas distintas, sendo utilizada nessa pesquisa a lógica de informações e indicadores desagregados que tem como base os dados desagregados dos prestadores de serviços.

Com as informações coletadas, os indicadores são calculados, o SNIS disponibiliza indicadores sobre o acesso a água e esgoto do país que permitem ao planejador fazer um diagnóstico. O levantamento dos indicadores foi estabelecido através de séries históricas, onde foram selecionados 30 indicadores apresentados no quadro 2, nas quais foram selecionadas informações como: Gerais, Operacionais – água e Operacionais – esgotos no período de 2010 a 2014 dos seguintes municípios: Bonito de Santa Fé, São José de Piranhas, Cajazeiras, Carrapateira, São José da Lagoa Tapada, Marizópolis, Nazarezinho e Sousa, já que a sub-bacia do rio Alto Piranhas vai até as cidades de Pombal e São Domingos de Pombal, porém a zona urbana dessas duas cidades não são abastecidas com as águas da sub-bacia. Em seguida, foi realizada a análise horizontal e vertical dos dados e assim, pôde-se chegar a uma conclusão da situação de abastecimento de água e esgotamento sanitário na sub-bacia do Rio Alto Piranhas-PB.

Quadro 2 - Indicadores selecionados do SNIS.

Código	Indicadores
Indicadores Gerais	
GE008	Quantidade de Sedes municipais atendidas com abastecimento de água (Sedes)
GE009	Quantidade de Sedes municipais atendidas com esgotamento sanitário (Sedes)
GE010	Quantidade de Localidades (excluídas as sedes) atendidas com abastecimento de água (Localidades)
GE011	Quantidade de Localidades (excluídas as sedes) atendidas com esgotamento sanitário (Localidades)
POP_TOT	População total do município do ano de referência (Fonte: IBGE): (Habitantes)

POP_URB	População urbana do município do ano de referência (Fonte: IBGE): (Habitantes)
Indicadores de Água	
AG001	População total atendida com abastecimento de água (Habitantes)
AG002	Quantidade de ligações ativas de água (Ligações)
AG003	Quantidade de economias ativas de água (Economias)
AG004	Quantidade de ligações ativas de água micro medidas (Ligações)
AG005	Extensão da rede de água (km)
AG008	Volume de água micro medido (1.000 m ³ /ano)
AG010	Volume de água consumido (1.000 m ³ /ano)
AG011	Volume de água faturado (1.000 m ³ /ano)
AG013	Quantidade de economias residenciais ativas de água (Economias)
AG014	Quantidade de economias ativas de água micro medidas (Economias)
AG021	Quantidade de ligações totais de água (Ligações)
AG022	Quantidade de economias residenciais ativas de água micro medidas (Economias)
AG026	População urbana atendida com abastecimento de água (Habitantes)
AG028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água (1.000 kWh/ano)
Indicadores de Esgoto	
ES001	População total atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)
ES002	Quantidade de ligações ativas de esgotos (Ligações)
ES003	Quantidade de economias ativas de esgotos (Economias)
ES004	Extensão da rede de esgotos (km)
ES005	Volume de esgotos coletado (1.000 m ³ /ano)
ES006	Volume de esgotos tratado (1.000 m ³ /ano)
ES008	Quantidade de economias residenciais ativas de esgotos (Economias)
ES009	Quantidade de ligações totais de esgotos (Ligações)
ES026	População urbana atendida com esgotamento sanitário (Habitantes)
ES028	Consumo total de energia elétrica nos sistemas de esgotos (1.000 kWh/ano)

Fonte: Adaptado do SNIS (2016).

Para tanto, com base na necessidade de contribuir para a melhoria dos instrumentos de gestão pública voltados para a expansão dos serviços de saneamento para a população, principalmente o abastecimento de água e o esgotamento sanitário, foi desenvolvido o presente trabalho com estudo de caso na sub-bacia do Rio Alto Piranhas, no sertão da Paraíba.

3.4 Características da Sub-bacia do Alto Piranhas - PB

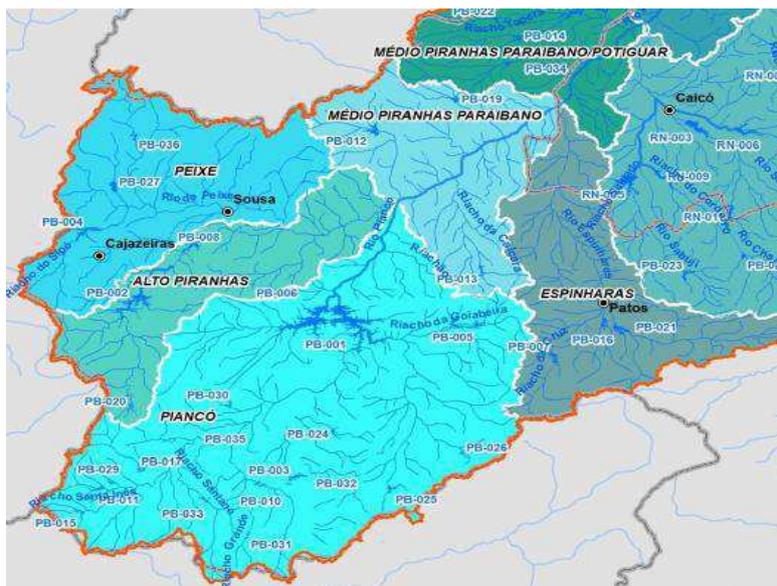
A área de interesse do estudo compreende a bacia do Alto-Piranhas que é uma das sub-bacias do Rio Piranhas. O Rio Piranhas escoar no sentido nordeste em direção ao Rio Grande do Norte, de maneira que, quando chega ao território potiguar, recebe o nome de Piranhas-Açu e apresenta três divisões: sub-bacia do Alto Piranhas, localizada totalmente em

território paraibano; sub-bacia do Médio Piranhas inserida nos dois estados citados e a sub-bacia do Baixo Piranhas localizada em território potiguar.

De acordo com o PERH-PB (2007) a sub-bacia do Alto-Piranhas está situada no extremo oeste do Estado da Paraíba, localizando-se entre as coordenadas geográficas 6° 37'18'' e 7° 22'56'' de latitude sul e 37° 48'11'' e 38° 41'14'' de longitude a oeste de Greenwich, perfazendo uma área total de 2.558 km². Limitando-se ao oeste com o estado do Ceará, ao norte com a bacia do Rio do Peixe, ao nordeste com a Região Hidrográfica do Médio Piranhas e ao sul e leste com a bacia do Rio Piancó.

O comprimento do curso d'água principal, o Rio do Alto-Piranhas, perfaz um total de 178 km, medido desde a sua nascente na Serra da Arara localizada no município de Bonito de Santa Fé até a bacia no município de Pombal (Figura 8).

Figura 8 - Hidrografia da Bacia do Alto-Piranhas.



Fonte: AESA (2014).

As nascentes do Rio Piranhas são apresentadas na Serra da Arara no município de Bonito de Santa Fé - PB recebendo contribuições significativas de quatro cursos d'água na sua margem esquerda: Riacho do Juá, Riacho da Caiçara, Riacho Cajazeiras, Riacho Grande. Na sua margem direita recebe outras sete contribuições, dentre elas, Riacho do Domingos, Riacho São Domingos, Riacho Mutuca, Riacho Logradouro, Riacho Catolé, Riacho Vazante e Riacho Bonfim. A área da bacia do Alto Piranhas, delimitada a partir das cartas digitalizadas da Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDENE) em escala 1:100.000 é de 2.518 km². O seu perímetro, comprimento da linha do divisor de águas que a delimita, medido na mesma base cartográfica é de 318 km (SCIENTEC, 1997).

Uma das práticas implementadas para garantir a oferta de água na região é a construção de açudes que atuam de forma a armazenar água para os períodos secos, além de regularizar as vazões dos corpos d'água na região. A Tabela 1 mostra a localização e a capacidade dos sete reservatórios da sub-bacia do Alto-Piranhas com sua respectiva capacidade em m³ (Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, Bom Jesus, Jenipapeiro I, Açude Novo, São José e Bartolomeu I) monitorados pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA).

Tabela 1 - Açudes da sub-bacia do rio alto piranhas.

Reservatório	Município	UF	Capacidade (milhões de m³)
Bartolomeu I	Bonito de Santa Fé	PB	17.570.556
Açude Novo	Monte Horebe	PB	382.700
São José	São José de Piranhas	PB	3.061.125
Engenheiros Ávidos	Cajazeiras	PB	255.000.000
Bom Jesus	Carrapateira	PB	843.800
Jenipapeiro I	São José da Lagoa Tapada	PB	1.948.300
São Gonçalo	Sousa	PB	44.600.000

Fonte Adaptado do AESA (2016).

Considerando a capacidade de armazenamento os principais açudes dessa região são Engenheiros Ávidos, que abastece a cidade de Cajazeiras e o açude de São Gonçalo, que abastece a cidade de Sousa, Marizópolis, Nazarezinho, Distrito de São Gonçalo e Núcleos Habitacionais I, II e III. Além disso, a água também é utilizada pelo setor industrial e no perímetro irrigado de São Gonçalo com uma área de aproximadamente 5.000 ha e agroindústria (AESA,2016).

No que se refere a precipitação, a referida área apresenta médias alternando entre 400 e 800 mm anuais concentradas nos meses de fevereiro a maio. A concentração das chuvas em poucos meses do ano, combinada a geomorfologia da região, caracterizada por solos rasos formados sobre um substrato cristalino, com baixa capacidade de armazenamento, é responsável pelo caráter intermitente dos rios da região. Além disso, o padrão de precipitação tende a apresentar uma forte variabilidade inter anual, ocasionando a alternância entre anos de chuvas regulares e anos de acentuada escassez de água, levando a ocorrência de períodos de secas. As taxas de evapotranspiração também são bastante elevadas, ocasionando um déficit hídrico significativo nos reservatórios da região (CBHPA, 2011).

A cobertura vegetal predominante na região hidrográfica do Alto Piranhas é a caatinga hiperxerófila. Destacando-se as formações arbustiva arbórea aberta com maior predominância, e a arbustiva arbórea fechada presente em alguns pontos da região. Na parte sul desta área, nas proximidades de Monte Horebe - PB nos pontos de altitude mais elevada, há ocorrência da caatinga hipoxerófila com porte arbóreo. As espécies mais comuns são: Catingueira, Baraúna, Jurema, Mameleiro, Mofumbo, Pereiro, Juazeiro, Pau-Ferro, Angico, Xique-Xique e Mandacaru (OLIVEIRA, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a apresentação das principais definições referentes ao tema proposto, que serviram como base para esta pesquisa com a finalidade de atingir os objetivos específicos, passamos agora a mostrar e analisar os resultados obtidos para sub-bacia estudada. É importante citar que os dados de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Nazarezinho referentes ao ano de 2014 não estavam disponíveis no site do SNIS, não sendo possível fazer a análise horizontal e vertical para o referido ano.

A análise seguirá a estrutura idealizada anteriormente, mencionada no item 3.3.2: indicadores gerais, indicadores de água (população atendida com abastecimento de água, quantidade de ligações e economias ativas, extensão de rede de água, volume de água e consumo de energia elétrica) e indicadores de esgoto. Os resultados obtidos nas análises estão apresentados nos tópicos a seguir.

4.1 Análise dos indicadores gerais

Observa-se na tabela 2, por meio da análise vertical, que dentre as cidades que são abastecidas pela sub-bacia do Alto-Piranhas, a cidade com maior número de habitantes é Sousa que tem 68.434 habitantes o que representa 37,02%, seguida por Cajazeiras com 32,99% e São José de Piranhas com 10,74% do total de toda a bacia.

Tabela 2 - População total do município (Fonte: IBGE): (Habitantes)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	6,09%	100%	6,12%	101%	6,15%	102%	6,21%	106%	107%
São J. de Piranhas	10,76%	100%	10,75%	100%	10,75%	101%	10,74%	103%	104%
Cajazeiras	32,94%	100%	32,94%	101%	32,96%	101%	32,99%	104%	104%
Carrapateira	1,34%	100%	1,35%	101%	1,36%	103%	1,38%	106%	108%
São J. L. Tapada	4,26%	100%	4,24%	100%	4,21%	100%	4,18%	101%	101%
Marizópolis	3,48%	100%	3,48%	101%	3,49%	101%	3,50%	104%	105%
Nazarezinho	4,05%	100%	4,07%	101%	4,04%	101%	4,00%	102%	-
Sousa	37,08%	100%	37,05%	101%	37,04%	101%	37,02%	103%	104%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Já a análise horizontal nos mostra que dentre todos os municípios que compõe a sub-bacia estudada a cidade de Carrapateira foi a que teve um aumento significativo de 8% da população total no ano de 2014 se comparado ao ano base.

4.2 Análise dos indicadores de água

4.2.1 População atendida com abastecimento de água

O Plano Nacional de Saneamento Básico define como atendimento adequado com abastecimento de água, o fornecimento de água potável por rede distribuidora, poço, nascente ou cisterna, com canalização interna, em qualquer caso sem paralisações ou interrupções (PLANSAB, 2013).

A tabela 3 mostra por meio da análise horizontal que a cidade de São José de Piranhas foi a cidade com maior crescimento no ano de 2014. No que se refere a população total atendida com abastecimento de água a cidade obteve um crescimento de 24%. Seguida pelas cidades de Cajazeiras e Bonito de Santa Fé que aumentaram o abastecimento de água ambas em 21%, enquanto que, a cidade de Sousa cresceu apenas 6% no exercício de 2010 a 2014.

Tabela 3 - População total atendida com abastecimento de água (Habitantes)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	5,13%	100%	5,34%	102%	5,19%	107%	5,16%	111%	121%
São J. de Piranhas	8,59%	100%	7,85%	89%	9,09%	112%	9,09%	116%	124%
Cajazeiras	35,63%	100%	34,56%	95%	36,16%	107%	36,91%	114%	121%
Carrapateira	1,26%	100%	1,26%	97%	1,29%	108%	1,28%	112%	112%
São J. L. Tapada	2,22%	100%	2,31%	102%	2,22%	106%	2,19%	108%	108%
Marizópolis	3,52%	100%	3,92%	109%	3,68%	111%	3,73%	116%	113%
Nazarezinho	2,51%	100%	2,30%	90%	2,60%	109%	2,07%	90%	-
Sousa	41,13%	100%	42,47%	101%	39,77%	102%	39,56%	106%	106%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Através da análise vertical da população total atendida, as cidades de Sousa e Cajazeiras apresentaram no ano de 2013 um percentual de 39,56% e 36,91%, respectivamente, do total de habitantes atendidos com abastecimento de água na sub-bacia estudada.

4.2.2 Quantidade de ligações e economias ativas

A análise horizontal dos resultados dispostos na tabela 4 permite observar que os municípios de Bonito de Santa Fé e São José de Piranhas apresentaram um expressivo aumento de 24% nos últimos quatro anos em ligações ativas, ou seja, ligações de água que possuem ou não hidrômetro instalado. Por sua vez, o menor crescimento foi observado no município de Carrapateira, apenas 2% ao longo dos últimos quatro anos.

Tabela 4 - Quantidade de ligações ativas de água (Ligações)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	2,43%	100%	2,53%	104%	2,60%	109%	2,61%	113%	124%
São J. de Piranhas	4,44%	100%	4,76%	107%	4,86%	112%	4,90%	116%	124%
Cajazeiras	18,16%	100%	18,87%	103%	19,21%	108%	19,32%	112%	118%
Carrapateira	2,81%	100%	0,53%	19%	0,53%	19%	0,54%	20%	21%
São J. L. Tapada	1,15%	100%	1,18%	102%	1,20%	107%	1,19%	109%	108%
Marizópolis	1,73%	100%	1,83%	105%	1,88%	111%	1,90%	116%	122%
Nazarezinho	1,32%	100%	1,33%	101%	1,41%	110%	1,39%	111%	-
Sousa	67,97%	100%	68,97%	101%	68,29%	102%	68,15%	106%	106%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

As economias de água são moradias, apartamentos, unidades comerciais ou industriais, órgãos públicos e/ou similares existentes numa determinada edificação e que são atendidos pelos serviços de abastecimento de água. Assim, em um prédio com abastecimento de água, cada apartamento é considerado uma economia abastecida que pode estar ativa ou inativa (SNIS, 2014).

A tabela 5 apresenta os resultados referentes às quantidades de economias ativas de água, ou seja, aquelas que contribuem para o faturamento. Quando as economias ativas não possuem hidrômetros sua fatura é feita por estimativa, por uma média mensal, onde muitas vezes é cobrada apenas a taxa mínima.

Tabela 5 - Quantidade de economias ativas de água (Economias)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	4,68%	100%	4,73%	104%	4,95%	110%	4,99%	115%	127%
São J. de Piranhas	8,59%	100%	8,90%	107%	9,24%	112%	9,29%	116%	124%
Cajazeiras	36,55%	100%	37,27%	105%	38,74%	110%	38,85%	114%	121%
Carrapateira	1,01%	100%	1,02%	104%	1,06%	108%	1,05%	112%	112%
São J. L. Tapada	2,21%	100%	2,19%	102%	2,28%	107%	2,24%	109%	108%
Marizópolis	3,33%	100%	3,43%	106%	3,58%	111%	3,62%	117%	123%
Nazarezinho	2,60%	100%	2,53%	101%	2,71%	108%	2,66%	110%	-

Sousa	41,03%	100%	39,93%	100%	37,43%	95%	37,30%	98%	103%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Nota-se na tabela 5, por meio da análise horizontal, que no ano de 2012 a cidade de Sousa teve queda de 5% na quantidade de economias ativas, enquanto que, Bonito de Santa Fé teve um aumento consideravelmente de 10% no mesmo ano em relação ao ano base.

A micromedição é definida como a medição do consumo realizada no ponto de abastecimento de um determinado usuário, independentemente de sua categoria ou faixa de consumo, ou seja, compreende a medição permanente do volume de água consumido e que é registrado periodicamente pelos hidrômetros. Assim, possibilita uma divisão igual dos custos de manutenção e implantação desse sistema, da mesma forma que tem o objetivo de contribuir para preservação do meio ambiente, evitando o desperdício de água por parte do consumidor (SNIS, 2016).

Na tabela 6 é possível observar que a cidade de Cajazeiras vem aumentando a quantidade de ligações micromedidas, em média 6,5% a cada ano, provavelmente devido a instalação de hidrômetros realizada periodicamente na cidade pela operadora responsável.

Tabela 6 - Quantidade de ligações ativas de água com hidrômetro (Ligações)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	4,07%	100%	4,23%	103%	4,74%	104%	5,15%	118%	122%
São J. de Piranhas	7,10%	100%	7,20%	100%	8,63%	108%	8,29%	109%	112%
Cajazeiras	36,55%	100%	39,32%	107%	47,09%	115%	46,89%	120%	126%
Carrapateira	4,59%	100%	0,90%	19%	1,01%	20%	0,98%	20%	21%
São J. L. Tapada	2,12%	100%	2,16%	101%	2,43%	103%	2,51%	111%	108%
Marizópolis	3,08%	100%	3,25%	104%	3,80%	110%	3,73%	113%	118%
Nazarezinho	2,56%	100%	2,61%	101%	3,34%	117%	3,23%	118%	-
Sousa	39,94%	100%	40,33%	100%	28,96%	65%	29,22%	68%	73%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Por outro lado, a cidade de Sousa obteve, no ano de 2012, uma expressiva redução de 35% na quantidade de ligações ativas de água com hidrômetro que pode ser explicada por possíveis fatores, dentre os quais merecem destaque: a ausência de manutenção do sistema que provoca diversos vazamentos nas redes de distribuição, ocasionando perdas de grande volume de água antes de passar pelos medidores, a falta de medição e/ou as medições incorretas por parte da operadora de saneamento. Já que na cidade, por muitas vezes, a fatura de água do consumidor é calculada por estimativas, ou seja, com base em uma média mensal e não na real quantidade de água utilizada, sendo cobrada apenas uma taxa mínima mensal

pelo consumo de água, comprovando a existência de falhas no processo de medição. Percebe-se ainda que o município de Carrapateira apresenta o menor percentual (0,98%) de ligações ativas do total da sub-bacia estudada no ano de 2013.

O conceito de economia residencial difere do conceito de ligação de água, pois uma ligação pode atender a uma ou mais economias (SNIS.2014). Dessa forma, observa-se na tabela 7 que o município de São José de Piranhas apresenta um crescimento de 24% de economias residenciais ativas de água no ano de 2014.

Tabela 7 - Quantidade de economias residenciais ativas de água (Economias)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	5,07%	100%	4,99%	102%	4,82%	107%	4,96%	110%	121%
São J. de Piranhas	9,15%	100%	9,51%	107%	9,12%	112%	9,43%	116%	124%
Cajazeiras	38,64%	100%	39,11%	105%	37,54%	109%	39,05%	114%	121%
Carrapateira	1,10%	100%	1,11%	104%	1,06%	108%	1,09%	112%	112%
São J. L. Tapada	2,42%	100%	2,38%	102%	2,29%	106%	2,33%	108%	108%
Marizópolis	3,69%	100%	3,78%	106%	3,63%	111%	3,80%	116%	123%
Nazarezinho	2,72%	100%	2,65%	101%	2,65%	109%	2,69%	112%	-
Sousa	37,21%	100%	36,47%	101%	38,89%	118%	36,66%	111%	119%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Na tabela 8 observa-se que não foram disponibilizados informações do município de Sousa para o ano de 2014 referentes a esse indicador, não sendo possível calcular a análise vertical para o referido ano e nem a análise horizontal para os anos seguintes. Essa mesma tabela mostra ainda na análise horizontal que o município de Cajazeiras se destaca dentre as outras cidades com um crescimento de 29%, enquanto que, o município de Carrapateira aumentou apenas 6% na quantidade de economias ativas de água micro medidas no ano de 2014.

Tabela 8 - Quantidade de economias ativas de água com hidrômetro (Economias)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	-	100%	4,01%	104%	4,63%	105%	4,37%	120%	126%
São J. de Piranhas	-	100%	6,80%	100%	8,41%	108%	6,98%	109%	112%
Cajazeiras	-	100%	39,27%	108%	48,62%	117%	41,83%	122%	129%
Carrapateira	-	100%	0,85%	101%	0,99%	102%	0,85%	106%	106%
São J. L. Tapada	-	100%	2,03%	101%	2,36%	102%	2,11%	110%	108%
Marizópolis	-	100%	3,06%	105%	3,69%	110%	3,14%	114%	118%
Nazarezinho	-	100%	2,51%	101%	3,29%	115%	2,74%	116%	-
Sousa	-	100%	41,46%	-	28,00%	-	37,97%	-	-
TOTAL	-		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

De acordo com o SNIS (2016) a quantidade de ligações totais de água são as ligações (ativas e inativas) de água à rede pública, providas ou não de aparelhos de medição (hidrômetro). Na tabela 9 é possível verificar que o município de Sousa aumentou sua quantidade de ligações totais de água em apenas 8% no ano de 2014, já o município de São José de Piranhas teve um aumento de 23% no mesmo ano em relação ao ano base.

Tabela 9 - Quantidade de ligações totais (ativas e inativas) de água (Ligações)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	4,97%	100%	5,02%	104%	5,19%	108%	5,24%	115%	122%
São J. de Piranhas	8,69%	100%	8,98%	106%	9,31%	111%	9,28%	116%	123%
Cajazeiras	36,38%	100%	36,74%	104%	38,00%	109%	37,63%	113%	118%
Carrapateira	1,09%	100%	1,09%	103%	1,08%	103%	1,10%	110%	110%
São J. L. Tapada	2,70%	100%	2,69%	102%	2,73%	105%	2,70%	109%	110%
Marizópolis	3,98%	100%	4,06%	105%	4,15%	108%	4,17%	114%	119%
Nazarezinho	2,66%	100%	2,64%	102%	2,80%	109%	2,70%	110%	-
Sousa	39,53%	100%	38,78%	101%	36,75%	97%	37,20%	102%	108%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

As quantidades de economias residenciais ativas de água são aquelas cuja respectivas ligações são providas de aparelhos de medição (hidrômetro) em funcionamento regular, que contribuíram para o faturamento no último mês do ano (SNIS,2016).

Tabela 10 - Quantidade de economias residenciais ativas de água com hidrômetro (Economias)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	4,48%	100%	4,25%	101%	4,51%	101%	4,33%	115%	120%
São J. de Piranhas	7,63%	100%	7,24%	101%	8,24%	109%	6,96%	109%	111%
Cajazeiras	41,33%	100%	41,52%	107%	47,59%	116%	41,74%	120%	127%
Carrapateira	0,98%	100%	0,91%	99%	1,00%	103%	0,86%	105%	105%
São J. L. Tapada	2,37%	100%	2,24%	101%	2,39%	102%	2,18%	110%	108%
Marizópolis	3,46%	100%	3,44%	106%	3,78%	110%	3,30%	114%	118%
Nazarezinho	2,79%	100%	2,65%	101%	3,26%	118%	2,76%	118%	-
Sousa	36,99%	100%	37,76%	109%	29,22%	79%	37,88%	122%	91%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Percebe-se através da tabela 10 que a cidade de Sousa apresentou uma diminuição de 30% nas quantidades de economias residenciais ativas no período de 2011 a 2012. Essa expressiva diferença entre as quantidades de economias residenciais ativas de água micro

medidas, nesse determinado período, pode ser explicada por possíveis fatores, como: a falta de manutenção do sistema que provoca diversos vazamentos nas redes de distribuição, ocasionando perdas de grande volume de água antes de passar pelos medidores, aliado ao desgaste dos hidrômetros que com o passar do tempo tem seus mecanismos internos danificados, aumentando a sub-medição, a falta de medição ou ainda medições incorretas por parte da operadora de saneamento, além das fraudes e ligações clandestinas realizadas nos hidrômetros. Para tanto, é fundamental investigar cada um desses fatores com o objetivo de conhecer qual deles influencia na diminuição da quantidade das economias residenciais micro medidas.

4.2.3 Extensão de rede de água

A tabela 11 mostra a extensão de rede de água, ou seja, o comprimento total da malha de distribuição de água (em Km), das cidades da sub-bacia do Rio Alto Piranhas.

Tabela 11 - Extensão de rede de água (Km)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	5,90%	100%	5,85%	100%	5,68%	103%	5,54%	107%	109%
São J. de Piranhas	2,91%	100%	2,88%	100%	4,22%	155%	5,32%	208%	306%
Cajazeiras	23,98%	100%	23,77%	100%	25,85%	115%	28,11%	133%	151%
Carrapateira	1,01%	100%	1,01%	100%	1,03%	108%	1,05%	118%	118%
São J. L. Tapada	2,11%	100%	2,09%	100%	2,02%	103%	1,91%	103%	103%
Marizópolis	1,47%	100%	1,46%	100%	1,47%	107%	1,57%	122%	128%
Nazarezinho	3,29%	100%	3,26%	100%	3,13%	102%	2,99%	103%	-
Sousa	59,34%	100%	59,69%	101%	56,62%	102%	53,50%	102%	121%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016)

Através da análise horizontal é possível verificar que a cidade de São José de Piranhas apresenta um percentual de crescimento de 206% durante o exercício de 2010 a 2014. Isso significa um crescimento expressivo da extensão de rede de água, incluindo adutoras, sub-adutoras e redes distribuidoras e excluindo ramais prediais.

4.2.4 Volume de água

A tabela 12 mostra o volume de água micro medido, ou seja, o volume de água apurado pelos aparelhos de medição instalados nos ramais prediais. Através da análise vertical é possível verificar que as cidades com os maiores percentuais, no ano de 2013, são: Sousa (41,42%) e Cajazeiras (40,86%).

No período de 2013 a 2014, observa-se que os volumes de água micro medido da maioria das cidades pertencentes a sub-bacia do Alto Rio Piranhas decresceram, isso se deu em virtude da crise hídrica que atingiu essa região e por isso, os volumes de água liberados tiveram que ser diminuídos e soluções alternativas tiveram que ser adotadas para abastecimento de água da população, como: carros pipas, poços particulares, chafarizes, bicas ou minas.

Tabela 12 - Volume de água micro medido (1.000 m³/ano)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	4,08%	100%	3,88%	103%	3,94%	108%	3,93%	112%	113%
São J. de Piranhas	7,79%	100%	7,17%	100%	7,22%	104%	6,56%	98%	95%
Cajazeiras	41,34%	100%	38,57%	101%	42,93%	116%	40,86%	115%	113%
Carrapateira	1,06%	100%	0,95%	98%	1,01%	106%	0,92%	101%	7%
São J. L. Tapada	1,60%	100%	1,44%	98%	1,39%	97%	1,63%	118%	103%
Marizópolis	2,72%	100%	2,51%	100%	2,80%	115%	2,66%	114%	119%
Nazarezinho	2,45%	100%	2,20%	98%	2,87%	131%	2,03%	96%	-
Sousa	38,96%	100%	43,27%	121%	37,84%	109%	41,42%	124%	139%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Já tabela 13 apresenta o volume de água consumido por todos os usuários da bacia estudada. Desse modo, nota-se, que a cidade de Marizópolis se destaca no ano de 2013 por apresentar o maior percentual (43,44%) do volume de água consumido da sub-bacia do rio Alto-Piranhas, seguida pela cidade de Sousa (28,15%) e de Cajazeiras (20,38%).

Com relação ao período de estudo, observa-se que no ano de 2014 o volume de água consumida no município de Marizópolis teve uma redução expressiva de 94% em relação ao ano base. Isso aconteceu devido à crise hídrica que comprometeu o abastecimento de água nesse município, sendo necessário soluções alternativas para a distribuição de água.

Tabela 13 - Volume de água consumido (1.000 m³/ano)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	1,56%	100%	1,52%	104%	2,07%	154%	2,38%	148%	127%
São J. de Piranhas	3,01%	100%	3,00%	107%	2,87%	111%	3,45%	111%	99%
Cajazeiras	13,08%	100%	12,48%	102%	17,66%	157%	20,38%	151%	147%
Carrapateira	0,38%	100%	0,37%	102%	0,37%	111%	0,44%	111%	7%
São J. L. Tapada	0,84%	100%	1,00%	128%	0,71%	99%	0,84%	98%	86%
Marizópolis	45,58%	100%	46,49%	109%	43,83%	112%	43,44%	92%	4%
Nazarezinho	0,98%	100%	1,26%	137%	0,87%	103%	0,91%	89%	-
Sousa	34,56%	100%	33,87%	105%	31,61%	106%	28,15%	79%	79%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

A tabela 14 apresenta o volume de água faturada que é o volume de água debitado ao total de economias (medidas e não medidas) para fins de faturamento (SNIS.2016).

Tabela 14 - Volume de água faturado (1.000 m³/ano)

CIDADES	2010		2011		2012		2013		2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH
Bonito de Santa Fé	5,17%	100%	2,36%	104%	5,18%	110%	5,16%	115%	120%
São J. de Piranhas	9,57%	100%	4,42%	105%	9,58%	110%	9,19%	111%	115%
Cajazeiras	44,39%	100%	20,00%	103%	44,67%	111%	43,29%	113%	114%
Carrapateira	1,16%	100%	0,52%	103%	1,16%	110%	1,11%	111%	9%
São J. L. Tapada	2,27%	100%	0,98%	99%	2,10%	102%	2,19%	111%	104%
Marizópolis	3,57%	100%	55,55%	3555%	3,69%	114%	3,57%	116%	122%
Nazarezinho	2,77%	100%	1,25%	104%	2,95%	117%	2,10%	88%	-
Sousa	31,11%	100%	14,92%	110%	30,68%	109%	33,39%	124%	139%
TOTAL	100%		100%		100%		100%		

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Diante disso, percebe-se que a cidade Carrapateira teve uma redução de 91% do volume de água faturado no ano de 2014 em relação ao ano base.

4.2.5 Consumo de energia elétrica

O consumo total de energia elétrica refere-se à quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de abastecimento de água, incluindo todas as unidades que compõem os sistemas, desde as operacionais até as administrativas (SNIS,2016).

Tabela 15 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água (1.000 KWh/ano)

CIDADES	2010		2011		2012		2013	2014
	AV	AH	AV	AH	AV	AH	AH	AH
Bonito de Santa Fé	1,58%	100%	1,71%	101%	1,61%	104%	107%	100%
São J. de Piranhas	1,60%	100%	1,76%	102%	4,35%	276%	230%	107%
Cajazeiras	30,38%	100%	27,78%	85%	30,98%	104%	99%	95%
Carrapateira	3,97%	100%	0,95%	22%	0,94%	24%	25%	26%
São J. L. Tapada	0,98%	100%	1,05%	100%	1,05%	109%	120%	96%
Marizópolis	0,77%	100%	0,84%	102%	0,69%	91%	36%	30%
Nazarezinho	1,36%	100%	1,43%	98%	0,99%	74%	56%	-
Sousa	59,37%	100%	64,48%	101%	59,39%	102%	-	-
TOTAL	100%		100%		100%			

Fonte: Dados da pesquisa (2016).

Na tabela 15 observa-se que a cidade de São José de Piranhas teve um aumento expressivo de 176% de seu consumo total de energia em 2012, enquanto que, Marizópolis conseguiu reduzir em 12% seu consumo no mesmo ano. Já no ano de 2014, Marizópolis conseguiu reduzir em 70% seu consumo total de energia elétrica em relação ao ano base, provavelmente, porque ao diminuir a oferta de água em função da seca a energia gasta também foi menor.

4.3 Análise dos indicadores de esgoto

Com relação aos indicadores de esgotamento sanitário foram disponibilizados no SNIS informações somente de duas cidades pertencentes a sub-bacia do Rio Alto-Piranhas, que são: Cajazeiras e Sousa. Porém, como a pesquisa tem por finalidade a análise por bacias hidrográficas, considerando apenas as cidades cuja geração de efluentes são realizadas dentro da sub-bacia do Rio Alto Piranhas-PB, percebeu-se que esses municípios não fazem parte dessa bacia, já que a geração de efluentes tanto da cidade Sousa quanto de Cajazeiras são lançados na bacia do Rio do Peixe.

5. CONCLUSÃO

A degradação do meio ambiente, a falta de investimentos em infraestruturas e serviços de saneamento ambiental ofertados à população impactam diretamente na saúde e no bem estar de milhares de pessoas. Uma realidade que expressa o atual cenário das cidades brasileiras que tem se desenvolvido criando uma estrutura com déficits habitacionais de saneamento, saúde, entre outros. A perda da qualidade de água é um dos problemas mais preocupantes na gestão das cidades. Dessa forma, faz-se necessário pôr em prática o planejamento e utilizar os instrumentos de gestão pública na busca de soluções para a expansão dos serviços de saneamento para a população.

De acordo com vários autores estudados nesta pesquisa, o saneamento ambiental tem papel fundamental na preservação dos corpos hídricos e no chamado desenvolvimento ambiental sustentável, diante de sua interferência no ciclo das águas nos aspectos quantitativos e qualitativos. À medida que as demandas dos usos múltiplos da água crescem, a necessidade de aumentar a oferta da água torna-se um grande desafio devido a sua escassez e o difícil controle da grande quantidade de efluentes geradas nas bacias hidrográficas.

Diante do enfoque descrito, este estudo buscou sistematizar os principais indicadores de água potável e de esgotamento sanitário da sub-bacia hidrográfica do Alto Piranhas e verificá-los a partir da técnica de análise horizontal e vertical, mensurando a evolução dos mesmos no exercício de 2010 a 2014. A partir das informações coletadas através da internet, por meio das séries históricas no site do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS). Observando-se que o número de habitantes das cidades estudadas cresceram, em média, entre 2% e 4% a cada ano no período de 2010 a 2014, porém as melhorias nas condições de abastecimento de água não acompanharam essa mesma proporção.

Quanto aos indicadores de água, o indicador da população total atendida com abastecimento de água mostrou que dentre as cidades analisadas a que obteve o maior crescimento proporcional no número de habitantes atendidos foi o município de São José de Piranhas, enquanto que, o município com menor crescimento, durante os anos de 2010 e 2014, foi Sousa. Quanto aos indicadores de quantidades de ligações e economias ativas de água os municípios que alcançaram os maiores percentuais de crescimento foram: São José de Piranhas, Bonito de Santa Fé e Cajazeiras, ficando o município de Sousa, novamente, com o menor crescimento. Já o indicador de extensão de rede de água mostrou que a cidade de São José de Piranhas teve um crescimento expressivo do comprimento total da malha de distribuição de água (em Km), incluindo adutoras, sub-adutoras e redes distribuidoras.

No que se refere aos indicadores de volume de água micro medido observou-se que a maioria das cidades pertencentes a sub-bacia do rio Alto Piranhas, no período de 2013 a 2014, decresceram. Essa diminuição pode ser explicada devido à crise hídrica que assola essa região a quase 4 (quatro) anos e por esse motivo tiveram que ser adotadas soluções alternativas para o abastecimento humano, como: carros pipas, poços particulares, chafarizes, bicas ou minas. Por fim, o indicador de consumo total de energia elétrica, ou seja, a quantidade anual de energia elétrica consumida nos sistemas de abastecimento de água mostrou que a cidade de São José de Piranhas teve um aumento expressivo no ano de 2012, no entanto, no ano de 2014 a maioria das cidades conseguiram reduzir seu consumo total de energia elétrica em relação ao ano base, provavelmente, porque ao diminuir a oferta de água em função da seca a energia gasta também foi menor.

Em relação aos indicadores de esgoto, não foi possível analisa-los horizontalmente e verticalmente, pois observou-se que o SNIS só disponibilizava informações dos indicadores de esgotamento sanitário das cidades de Cajazeiras e Sousa, no entanto, a pesquisa tem por finalidade a análise por bacias hidrográficas e esses municípios não fazem parte dessa bacia, já que a geração de efluentes tanto da cidade Sousa quanto de Cajazeiras são lançados na bacia do Rio do Peixe.

Percebe-se então que a atualização constante de dados é fundamental para a formulação de um planejamento eficiente, cuja ações têm como base as informações, o que possibilita o direcionamento das decisões tomadas pelos gestores públicos. Portanto, a pesquisa permitiu verificar que o uso de indicadores demonstrou ser um instrumento adequado, de fácil aplicabilidade e de baixo custo, que incorpora uma grande quantidade de dados que possibilitam avaliar o cenário urbano e seu desenvolvimento, além disso, todos esses dados estão disponíveis de forma gratuita.

Tal estudo ainda sugere que a técnica de análise horizontal e vertical poderia ser implementada por parte da gestão pública das cidades estudadas como instrumento para analisar a evolução dos indicadores de saneamento ambiental. Já que sua utilização permite ao administrador público tomar decisão com maior facilidade e direcionar ações e recursos financeiros para cada problemática encontrada, visando melhorar e conservar a qualidade de vida da população.

5.1 Recomendações para trabalhos futuros

As possibilidades de novas pesquisas observadas, a partir deste trabalho, são as seguintes:

- A continuação da pesquisa dos indicadores de resíduos sólidos da sub-bacia do Alto Piranhas;
- A análise dos diversos fatores relacionados com a redução do volume de água micro medido para descobrir qual fator influencia diretamente nessa redução;
- A implantação da técnica de análise horizontal e vertical por parte dos órgãos públicos em outras sub-bacias hidrográficas.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. R.; MARQUES, T.; MORAES, F. E. R.; BERNARDO, J. (1999). **Planejamento ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para o nosso futuro comum – uma necessidade, um desafio**. 2 ed.. Rio de Janeiro: Thex Ed.
- ALMEIDA, D. S.; COSTA, I. T. **A drenagem urbana das águas pluviais e sua relação com o meio ambiente e a saúde pública no município de Santana**. 2014. 68 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.
- ANJOS JR, A. H. **Gestão Estratégica do Saneamento**. São Paulo: Manole, 2011.
- ARAÚJO, J. G. N. et al. Análise vertical, horizontal e através de índices e regressão linear simples como elementos para viabilizar a projeção das demonstrações contábeis e avaliação de empresas: um estudo de caso com empresa listada na BM&F-Bovespa. **Facef Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão**, São Paulo, v. 16, n. 3, p.371-386, 2013. Trimestral.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRO DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2011**. São Paulo. ABRELPE/ISWA, 186 p. 2011.
- ASSOCIAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - SCIENTEC (1997). **Plano Diretor de Recursos Hídricos da Paraíba: Bacia do Piancó e do Alto Piranhas**. SEPLAN. 1997.
- BARBIERI, J. C. **Gestão Ambiental Empresarial: Conceitos, Modelos e Instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2007.
- BARBOSA, M. S.; KRAVETZ, M. C. Gestão Ambiental na Administração Pública. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, São Paulo, v. 3, n. 2, p.6-10, 2013. Semestral.
- BATISTA, M.; SANTANA, A. **Manual do Saneamento Básico**. São Paulo: Atlas, 2012. 62 p.
- BEUREN I.M. **Como Elaborar Trabalhos Monográficos em Contabilidade**. Editora Atlas S.A. 3ª Edição. São Paulo, 2008
- BUENO, L. M. M. **Regularização em áreas de proteção ambiental no meio urbano**. In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE SAÚDE AMBIENTAL, 1. Brasília, DF, p. 45-54, 2009.
- BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Câmara dos Deputados. Ed. 35ª. Brasília, 2012. p.33.
- BRASIL. **Lei Nº 11.445 de 05 de Janeiro de 2007**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm>. Acesso em: 27 de janeiro de 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 10 de Junho de 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014.** Brasília: SNSA/MCIDADES, 2016. 212 p. : il.

BRUNI, A. L. **A Análise Contábil e Financeira.** Ed. Atlas, 2011;

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CREA-PR). **Caderno Técnico: Saneamento ambiental 2010.** Disponível em: <http://www.crea-pr.org.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=37:cadernos-tecnicos&Itemid=203>. Acesso em: 02 de Fevereiro de 2016.

COSTA, B. S. **Universalização do saneamento básico: Utopia ou realidade.** 2010. 301 f. Cap. 9. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental, Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

CBHPA – Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. **Características Físicas da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas.** Disponível em: [www.piranhasacu.cbh.gov.br /site/a-bacia/](http://www.piranhasacu.cbh.gov.br/site/a-bacia/). Acesso em: 13 de jul. 2016.

DIAS, R. **Gestão ambiental: Responsabilidade social e sustentabilidade.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2011.

DIAS, D. M. *et al.* Modelos para estimativa da geração de resíduos sólidos domiciliares em centros urbanos a partir de variáveis socioeconômicas conjunturais. **Engenharia Sanitária Ambiental**, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p.325-332, 2012. Trimestral.

FEITOSA, A, A. F. M. A.; FREITAS, M. I. A. **Estudos ecológicos, socioambientais e culturais da sub-bacia do rio Piranhas, sertão paraibano.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE, Campina Grande. Anais. 2004.

FELIX, V. S.; SANTOS, J. S. Gestão Ambiental e Sustentabilidade: Um estudo de caso múltiplos no setor hoteleiro de João Pessoa/PB. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, São Paulo, v. 10, n. 10, p.2185-2197, 2013. Trimestral.

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento.** Ministério de Saúde. Brasília: Funasa 2007.

FREITAS, E. S. M. **As políticas de saneamento no final do século XX e suas implicações em 2012 Minas Gerais:** Reflexões a partir da reestruturação produtiva da/na COPASA/MG. 2012a. 307 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geociências, Belo Horizonte, 2012.

FREITAS, M. I. A. **Sub-Bacia do Alto Piranhas, Sertão Paraibano:** percepção ambiental e perspectivas na gestão os recursos hídricos. 2012b. 163 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa-PB. 2012.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**/ Antônio Carlos Gil. - 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. 12, n. 2, jul./dez. 2009.

JANNUZZI, P. M. **Indicadores sociais no Brasil**. 2. Ed. Campinas, SP. Ed. Alínes, 2003.

KAYANO, J.; CALDAS, E. L. Indicadores para o diálogo. Serie indicadores, n° 8. São Paulo: Plataforma Contrapartes NOVIB, 2002. 9 p.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Organic Trading, 2008.

LOPES, W. S. et al. Determinação de um índice de desempenho do serviço de esgotamento sanitário. Estudo de caso: cidade de Campina Grande, Paraíba. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p.01-10, 05 nov. 2015. Trimestral.

LOPES, K. C. S. A. **Um estudo sobre as condições de vida e a qualidade do saneamento ambiental local como fatores de interferência para o desenvolvimento de práticas agroecológicas**: um estudo de caso. 2010. 198 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia e Desenvolvimento Rural, Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2010.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Indicadores e recursos hídricos**: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2007.

MARINHO, I. M. R. S.; NASCIMENTO, I. G. **Avaliação do saneamento urbano de Macapá através do índice de qualidade do saneamento ambiental**. 2014. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2014.

MIRANDA, A.B.; TEIXEIRA, B.A.N.(2004) Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em Sistemas Urbanos de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 269-279.

NETO, A. A. **Estrutura e Análise de Balanços**. 4. ed. 1998. 292p.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa**: características, usos e possibilidades. Cadernos de Pesquisas em Administração, v. 1, n.3, 2º sem., 1996.

OGATA, I. S. **Desenvolvimento do índice de pobreza hídrica para a bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

OLIVEIRA, M. A. **Governança na gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica Piranhas-Açu: uma investigação jurídica, institucional e ambiental**, Campina Grande, 2013. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campina Grande, 2013.

PEREIRA, C. M. C. **Análise socioambiental da cidade de Juazeiro do Norte**: Subsídio para a construção da agenda 21 local. 2013. 158 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista de Geociência e Ciência Exatas. Rio Claro, São Paulo. 2013.

PNSB. PESQUISA NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO 2008. **Gestão Municipal do Saneamento Básico**. Disponível em:
<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/imprensa/ppts/0000000105.pdf>> Acesso em: 13 de Junho de 2016.

PHILIPPI Jr., A.; MALHEIROS, T.F.; AGUIAR, A.O. (2005) Indicadores de desenvolvimento sustentável. *In*: PHILIPPI Jr, A. **Saneamento, saúde e ambiente**. Barueri: Manole. p. 761-808.

PRESTES, M. L. M. **A pesquisa e a construção do conhecimento científico**: do planejamento aos textos, da escola à academia/ Maria Luci de Mesquita Prestes. – 3.ed., 1. Reimp. – São Paulo: Rêspel, 2008. 260 p.

PERH. Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Primeira Etapa: Consolidação de Informações e Regionalização**. Disponível em:
<http://www.aesa.pb.gov.br/perh/pdf/1_etapa.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2016.

PLANSAB. Plano Nacional de Saneamento Básico. **Mais saúde com qualidade de vida e cidadania**. Disponível em:
<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/AECBF8E2/Plansab_Versao_Conselhos_Nacionais_020520131.pdf> Acesso em: 01 de Ago. de 2016.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Programa Ambiental das Nações Unidas**. Guia de Estudos 2012. Disponível em:
<<http://www.soi.org.br/upload/635f55345dafb10370a5bb51f8ed8d8efd1bf952536488c7a0528a34c2132f15.pdf>>. Acesso em: 02 de Abril de 2016.

REIS, C. Q. **Avaliação da sustentabilidade hídrica dos reservatórios Engenheiro Ávidos e São Gonçalo - PB**. 2014. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 2014.

Ranking do Saneamento – 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 28 de Janeiro de 2016.

Relatório Mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento humano dos Recursos Hídricos. **Água para um mundo sustentável**, UNESCO. WWDR 2015. Disponível em:
<http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf>. Acesso em: 05/02/2016.

Relatório sobre o Desenvolvimento Mundial da Água das Nações Unidas de 2014: **Água e Energia**, UNESCO. WWDR 2014. Disponível em:
<<http://unesdoc.unesco.org/images/0022/002257/225741e.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2016.

SABBAGH, R. B. **Cadernos de Educação Ambiental: Gestão Ambiental**. 16. ed. São Paulo: Biblioteca – Centro de Referências de Educação Ambiental, 2011. 176 p. Secretaria do Meio Ambiente. Gestão ambiental.

SANTIAGO, L. S.; DIAS, S. M. F. (2012). Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária Ambiental**. Rio de Janeiro: ABES. P.202-213. 2012.

SANTOS, H. M. N. **Saneamento e saúde ambiental em Araguari-MG**. 2014. 177 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SANTOS, A. M. S. P.; PEREIRA, M. P. A legislação que impacta a política urbana: Conflitos e diálogo. **Revista Internacional Interdisciplinar: INTERthesis**, Florianópolis, v. 01, n. 7, p.145-169, 2010. Semestral.

SANTOS, R. M. **A utilização do Indicador de Salubridade Ambiental – ISA como ferramenta de planejamento aplicado à cidade de Aquidauana/MS**. 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Aquidauana/MS. 2008.

SANTOS, R. M. O uso de indicadores para o diagnóstico da prestação de serviço de coleta e tratamento do esgoto doméstico na cidade de Aquidauana/MS. **Revista eletrônica: Fórum Ambiental do Alto Paulista**, São Paulo, v. 8, n. 4, p.25-45, 2012. Trimestral.

SICHE, R. et al. (2007). Índices versus indicadores: previsões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. X, n. 2, p.137-148, 2007. Semestral.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação/** Edna Lúcia da Silva, Estera Muszkat Menezes. – 3. ed. rev. atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. 121p.

SOUZA, S. C. C. **Aspectos legais do saneamento ambiental**. 2010. 47 f. Monografia (Especialização) - Curso de Direito Ambiental, Universidade Cândido Mendes - Instituto A Vez do Mestre, Rio de Janeiro, 2010.

SCHNEIDER, D. D. et al. Indicadores para serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário voltados às populações vulneráveis. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, São Paulo, n. 17, p.1-12, 15 set. 2010. Mensal.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO. **SNIS – Série Histórica**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/serieHistorica/>>. Acesso em: 27 de Jan. 2016.

SNIS. SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2014**. 2016. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2014>> Acesso em: 17 de Mai. 2016.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO, P. A. **Coleta e Transporte de Esgoto Sanitário**. Rio de Janeiro: ABES, 2011.

VIEIRA, A. S.; CURI, W. F.; MONTEIRO, M. K. D. Mecanismos de Desenvolvimento Limpo. In: VIEIRA, Allan Sarmento; VENTURA, Ana Flávia Albuquerque; VENTURA JÚNIOR, Raul. **Gestão Ambiental: Uma visão multidisciplinar**. Cajazeiras: Editora Real, 2015. Cap. VII. p. 107-145.

VON SPERLING, T. L. **Estudo da utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário**. 2010, 134 f. Dissertação (mestrado) – Curso em saneamento, meio ambiente e recursos hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Tradução Ana Thorell. Bookman. Porto Alegre, 4ª ed. 2010.