



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

CAMILA SILVEIRA DE ANDRADE AMAZONAS

ADAPTAÇÃO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA) PARA ANÁLISE  
DO SANEAMENTO NO *CAMPUS* UFS-SÃO CRISTÓVÃO

São Cristóvão, SE

2016

CAMILA SILVEIRA DE ANDRADE AMAZONAS

ADAPTAÇÃO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA) PARA ANÁLISE  
DO SANEAMENTO NO *CAMPUS* UFS-SÃO CRISTÓVÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Drº. Bruno Santos Souza

São Cristóvão, SE

2016

É concedida à Universidade Federal de Sergipe permissão para reproduzir cópias desta monografia e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste trabalho acadêmico pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Camila Silveira de Andrade Amazonas

AMAZONAS, Camila Silveira de Andrade.

ADAPTAÇÃO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA)  
PARA ANÁLISE DO SANEAMENTO NO *CAMPUS* UFS-SÃO  
CRISTÓVÃO/ Camila Silveira de Andrade Amazonas

São Cristóvão, 2016

61 p.: il.

Trabalho Acadêmico Orientado. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia,  
Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

I. Universidade Federal de Sergipe/Sergipe. CCET/DEAM. II. Título.

CAMILA SILVEIRA DE ANDRDAE AMAZONAS

ADAPTAÇÃO DO ÍNDICE DE SALUBRIDADE AMBIENTAL (ISA) PARA ANÁLISE  
DO SANEAMENTO NO *CAMPUS* UFS-SÃO CRISTÓVÃO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) submetido e aprovado pela banca examinadora e pelo Departamento de Engenharia Ambiental (DEAM) da Universidade Federal de Sergipe (UFS) em 24 de novembro de 2016 como pré-requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. Bruno Santos Souza - Orientador**

**Universidade Federal de Sergipe – CCET/DEAM**

---

**Prof. Dr. Joel Alonso Palomino Romero**

**Universidade Federal de Sergipe – CCET/DEAM**

---

**Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Inaura Carolina Carneiro da Rocha**

**Universidade Federal de Sergipe – CCET/DEAM**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, que sempre acreditaram em mim e me propuseram tudo que tenho até hoje.

As minhas irmãs por estarem sempre ao meu lado me apoiando.

As minhas famílias pelos conselhos e apoio em todas as horas.

Aos meus amigos por estarem ao meu lado em todo este trajeto, me ajudando em tudo que precisasse.

À família do Colégio Módulo que foi responsável pela minha formação como pessoa.

Aos professores da UFS, em especial ao meu orientador Bruno que foi de grande importância nesse trajeto final, com bastante paciência e disponibilidade.

Ao professor Roberto que disponibilizou o LABAM, para realização dos experimentos necessários.

À UFS Ambiental que ajudou na realização desse trabalho.

## RESUMO

No Brasil muito se fala de saneamento ambiental, pois grande parte da população não conta com tal serviço. O país tem uma grande deficiência quando se trata de abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, coleta e destinação correta de resíduos sólidos, além de melhor gerenciamento dos recursos hídricos e cuidado com a saúde pública em seus centros urbanos. Existem diversas leis, portarias e resoluções que determinam como estes serviços devem ser oferecidos as pessoas, porém mais da metade da população brasileira não tem esses direitos defendidos e assegurados, encontrando-se em situações insalubres. Por conta disso, o Conselho Estadual de Saneamento no Estado de São Paulo (CONESAN) em 1999 criou um modelo para avaliar a salubridade ambiental de uma região, que os permitiu requerer das autoridades a melhoria de determinados locais. Este modelo foi adaptado para este trabalho de forma que pudesse ser avaliada a condição de salubridade da cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos, localizada em São Cristóvão. A adaptação se fez necessária em função das especificidades locais e devido ao foco da pesquisa estar baseada fortemente no saneamento básico do *campus*. O indicador de salubridade ambiental para este estudo foi denominado de ISA-UFS e neste foram considerados os subindicadores específicos de: Abastecimento de Água, de Resíduos Sólidos, de Esgotamento Sanitário, de Drenagem Urbana e de Controle de Vetores. A partir dos resultados obtidos, que serviram para alimentar o ISA-UFS foi possível interpretar a situação atual do saneamento do *campus* da UFS para uma condição confortável de Média Salubridade, com potencial de melhora após realização de simples alterações nos serviços de saneamento, como limpeza diária das vias externas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento básico, Indicador de Salubridade Ambiental, Universidade Federal de Sergipe.

## **ABSTRACT**

In Brazil much is said about environmental sanitation, since a large part of the population does not have such a service. The country has a major deficiency when it comes to drinking water supply, collection and treatment of sewage, collection and proper disposal of waste, as well as better management of water resources and public health care in its urban centers. There are several laws, ordinances and resolutions that determine how these services should be offered to people, but more than half of the Brazilian population does not have these rights defended and ensured, finding themselves in unhealthy situations. Because of this, the State Sanitation Council in the State of São Paulo (CONESAN) in 1999 created a model to evaluate the environmental health of a region, which allowed them to request from the authorities the improvement of certain places. This model was adapted to this work in a way that could be evaluated the salubrity condition of the university city Prof. José Aloísio de Campos, located in São Cristóvão. The adaptation was made necessary due to local specificities and due to the focus of the research being strongly based on campus basic sanitation. The salubrity environmental indicator for this study was denominated ISA-UFS and in this was considered the specific sub-indicators of: Water Supply, Solid Waste, Sanitary Sewage, Urban Drainage and Vector Control. From the results obtained that served to feed the ISA-UFS it was possible to interpret the current sanitation situation for the UFS campus to a comfortable condition of Average Health with potential for improvement after performing simple changes in sanitation services as daily cleaning of the external roads.

**KEYWORDS:** Basic Sanitation, Indicator of Environmental Health, Federal University of Sergipe.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - SUBINDICADORES DE SEGUNDO E TERCEIRO NÍVEIS DO ISA .....	16
TABELA 2 – SIGNIFICADO PARA CADA PONTUAÇÃO DO ISA .....	17
TABELA 4 – DOENÇAS RELACIONADAS COM A ÁGUA .....	24
TABELA 5 – DOENÇAS RELACIONADAS COM AS FEZES .....	25
TABELA 6 – DOENÇAS RELACIONADAS COM O LIXO E TRANSMITIDAS POR VETORES.....	26
TABELA 7 – MÉTODO PARA O CÁLCULO DO SUBINDICADOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA ( $I_{AB}$ ) .....	32
TABELA 8 – MÉTODO PARA O CÁLCULO DO SUBINDICADOR DE ESGOTO SANITÁRIO ( $I_{ES}$ ) .....	34
TABELA 9 – MÉTODO PARA O CÁLCULO DO SUBINDICADOR DE RESÍDUOS SÓLIDOS ( $I_{RS}$ ).....	36
TABELA 10 – MÉTODO PARA O CÁLCULO DO SUBINDICADOR DE DRENAGEM URBANA ( $I_{DU}$ ) ...	38
TABELA 11 – MÉTODO PARA O CÁLCULO DO SUBINDICADOR DE CONTROLE DE VETORES ( $I_{CV}$ ) .....	39
TABELA 12 – VALORES OBTIDOS PARA SUBINDICADORES DE SEGUNDO E TERCEIRO NÍVEL DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	42
TABELA 13 – VALORES DOS PARÂMETROS DAS AMOSTRAS DE ÁGUA E SUAS PONTUAÇÕES.....	43
TABELA 14 – VALORES OBTIDOS PARA SUBINDICADORES DE SEGUNDO E TERCEIRO NÍVEL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	45
TABELA 15 – VALORES OBTIDOS PARA SUBINDICADORES DE SEGUNDO E TERCEIRO NÍVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	46
TABELA 16 – VALORES OBTIDOS PARA SUBINDICADORES DE SEGUNDO E TERCEIRO NÍVEL DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	51
TABELA 17– VALORES OBTIDOS EM QUESTIONÁRIO ELETRÔNICO DIRIGIDO SOBRE A PRESENÇA DE VETORES NA UFS .....	52
TABELA 18– VALORES DOS SUBINDICADORES E DO INDICADOR DE SALUBRIDADE AMBIENTAL	53

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL .....	22
FIGURA 2- <i>CAMPUS</i> UFS SÃO CRISTÓVÃO, 2016 .....	27
FIGURA 3 - <i>CAMPUS</i> DA UFS SÃO CRISTÓVÃO EM 2016 (A) E 2003 (B).....	41
FIGURA 4 – ESTAÇÃO DE EFLUENTES DA UFS .....	44
FIGURA 5 – LIXEIRAS DIFERENCIADAS PARA MATERIAL RECICLÁVEL (LARANJA) E NÃO RECICLÁVEL (AZUL) .....	46
FIGURA 6 – DESAGUADOURO: EM VIA NÃO ASFALTADA (A), EM VIA ASFALTADA (B). DESAGUADOURO ENTUPIDO (C) .....	48
FIGURA 7 - TRECHO COM INTERSEÇÃO DE VIAS ASFALTAS E NÃO ASFALTADAS.....	48
FIGURA 8 – RUA PAVIMENTADA COM PARALELEPÍPEDO (A) E RUA ASFALTADA COM NECESSIDADE DE RECAPEAMENTO (B).....	49
FIGURA 9 – ALAGAMENTO PRÓXIMO A FAIXA DE PEDESTRE ELEVADA (A) E (B), ÁREA EMPOÇADA PRÓXIMA A SARJETA (C) E ÁREA EMPOÇADA NO MEIO DO ESTACIONAMENTO (D) .....	50
FIGURA 10 – ÁREAS VERDES: ENTRADA DA VIVÊNCIA (A) E LOCAL PRÓXIMO DAS DIDÁTICAS (B) .....	50

# SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	12
2	OBJETIVOS .....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
3.1	Salubridade Ambiental.....	15
3.2	Indicador de Salubridade Ambiental (ISA).....	15
3.3	Abastecimento de Água .....	18
3.4	Esgotamento sanitário .....	19
3.5	Resíduos Sólidos.....	21
3.6	Drenagem urbana.....	22
3.7	Controle de Vetores .....	23
4	ÁREA DE ESTUDO .....	27
5	METODOLOGIA .....	29
A)	Vistorias .....	29
B)	Questionário Eletrônico Dirigido.....	29
C)	Análise Laboratorial.....	29
D)	Consulta a Setores Administrativos da UFS .....	30
5.1	Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental .....	30
5.2	Subindicador de Abastecimento de Água (I <sub>AB</sub> ).....	31
5.3	Subindicador de Esgoto Sanitário (I <sub>ES</sub> ).....	33
5.4	Subindicador de Resíduos Sólidos (I <sub>RS</sub> ).....	34
5.5	Subindicador de Drenagem Urbana (I <sub>DU</sub> ).....	37
5.6	Subindicador de Controle de Vetores (I <sub>CV</sub> ).....	38
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	40
6.1	Abastecimento de Água .....	42
6.2	Esgotamento Sanitário .....	44
6.3	Sistema de Coleta de Lixo.....	45

6.4	Drenagem Urbana .....	47
6.5	Controle de Vetores .....	52
6.6	Indicador de Salubridade Ambiental para o <i>campus</i> UFS São Cristóvão (ISA-UFS) 53	
7	CONCLUSÃO .....	54
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55
	APÊNDICE .....	59
	Apêndice A – Modelo do Questionário Eletrônico Dirigido.....	60
	Apêndice B – Resultados do Questionário Eletrônico Dirigido .....	61

## 1 INTRODUÇÃO

O saneamento ambiental é um fator muito importante para um país em desenvolvimento, pois além de estar presente em todas as relações do homem com o meio, a falta de saneamento impacta diretamente na preservação do meio ambiente, no trabalho, na educação, na saúde e no turismo do país.

Sendo assim, em 2007 foi aprovada no Brasil a Lei Federal nº 11.445/2007, conhecida como Lei do Saneamento Básico, que obriga todas as prefeituras a elaborarem seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Desde 2014, a Prefeitura que não elaborar o seu PMSB, não receberá recursos federais para projetos de saneamento básico (BRASIL, 2007). Esta lei foi um marco para o saneamento básico no Brasil, contribuindo com o avanço da qualidade de vida saudável do país.

Porém, ainda há muito que melhorar, pois cerca de 35 milhões de brasileiros ainda não têm acesso à água tratada e aproximadamente 100 milhões de brasileiros não têm acesso à coleta de esgoto, ou seja, é necessária uma ampliação e reforço das leis, com o objetivo de proporcionar os serviços de saneamento para toda a população (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015b).

A falta de saneamento entende-se como a falta dos serviços de: coleta, tratamento e distribuição de água, coleta e tratamento de esgoto e a coleta e disposição final dos resíduos sólidos (lixo). A ausência destes serviços não traz malefícios apenas ao meio ambiente, mas também a saúde humana.

O meio ambiente é afetado por meio da poluição dos rios, solo e água, e do mal-uso dos recursos devido à falta dos mecanismos de saneamento. Já a saúde humana é afetada devido à falta de tratamento das águas para consumo, contato com rios, córregos e lagos poluídos, a disseminação de vetores por conta da falta de manutenção de lixos e esgotos, entre outras consequências advindas da precariedade do sistema de saneamento para a população.

O saneamento de uma cidade deve ser um conjunto integrado de obras e serviços ligados à drenagem urbana, abastecimento público de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos. Além de garantir a melhoria da saúde pública e do meio ambiente, o saneamento básico também reflete em fatores econômicos e sociais como os propostos por Cvjetanovic (1986) em seu estudo, o qual relaciona os efeitos diretos e indiretos que os sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário causam à saúde pública.

Neste contexto, este estudo tem como intuito analisar o sistema de saneamento básico do *campus* universitário da Universidade Federal de Sergipe, mais especificamente a cidade universitária Prof. José Aloísio de Campos, em São Cristóvão-SE, por meio da adaptação do Índice de Salubridade Ambiental (ISA).

## 2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho foi calcular e adaptar o índice de salubridade ambiental para a cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos do estado de Sergipe, localizada em São Cristóvão, comumente chamada de *campus* UFS São Cristóvão levando em consideração suas particularidades sanitárias e estruturais.

Os objetivos específicos são:

- Caracterizar o sistema de saneamento da cidade universitária da UFS e as problemáticas existentes;
- Propor a elaboração do ISA para o *campus* UFS São Cristóvão (ISA-UFS);
- Analisar a percepção da população do *campus* quanto à presença de vetores;
- Calcular os subindicadores associados ao ISA deste estudo, a saber: Abastecimento de água; Esgoto Sanitário; Resíduos Sólidos; Drenagem Urbana; Controle de Vetores;

### **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 Salubridade Ambiental**

Para falar sobre o Indicador de Salubridade Ambiental é preciso que antes se tenha um entendimento do que é Salubridade Ambiental. De acordo com a LEI Nº 7.750, DE 31 DE MARÇO DE 1992 do Estado de São Paulo, salubridade ambiental é a capacidade de impedir doenças causadas pelo meio ambiente e favorecer o melhoramento das condições do meio beneficiando a saúde da população urbana e rural.

Abiko (1995) afirma que as habitações precisam ser um ambiente confortável, seguro e salubre para que se cumpra suas funções. O autor explica que o conceito não se restringe apenas ao espaço físico habitacional e sim a tudo o mais que estiver ao seu redor, de forma que esse entorno contenha os serviços básicos acessíveis ao ser humano, como distribuição de água potável, coleta de esgotos, drenagem urbana, coleta de resíduos sólidos, saúde e lazer.

Unificando estes dois conceitos pode-se dizer que um ambiente com uma boa salubridade ambiental deve estar associado aos serviços de saneamento básico, seja em centros urbanos ou rurais, de modo a não causar efeitos negativos ao homem e a natureza, já que os serviços básicos citados por Abiko (1995) são decorrentes de um serviço de saneamento confiável dado à população. Essa confiabilidade pode ser medida em formato de indicadores e assim perceber a concepção, geral ou específica, do progresso ou situação sanitária de determinado local ou região.

#### **3.2 Indicador de Salubridade Ambiental (ISA)**

Para identificar e avaliar os serviços básicos de saneamento é comum utilizar métodos que auxiliam com as práticas de desenvolvimento sustentável. A medição do ISA para esse fim, tem se tornado de grande valia para os gestores públicos, pois ele é capaz, por exemplo, de prevenir doenças veiculadas pelo meio ambiente. Segundo Almeida (1999) o ISA foi inicialmente elaborado pela Câmara Técnica de Planejamento do Conselho Estadual de Saneamento no Estado de São Paulo (CONESAN), com o objetivo de atender as normas e regulamentos da Política Estadual de Saneamento do Estado de São Paulo avaliando a eficácia do Plano Estadual de Saneamento.

Originalmente, o ISA foi elaborado para contar com seis subindicadores os quais não estão apenas relacionados como saneamento ambiental, sendo também relacionados com a saúde pública, a situação socioeconômica e os recursos hídricos. Estes seis subindicadores foram denominados como: *Subindicador de Abastecimento de Água* ( $I_{AB}$ ); *Subindicador de Esgoto Sanitário* ( $I_{ES}$ ); *Subindicador de Resíduos Sólidos* ( $I_{RS}$ ); *Subindicador de Controle de Vetores* ( $I_{CV}$ ); *Subindicador de Riscos de Recursos Hídricos* ( $I_{RH}$ ) e *Subindicador Socioeconômico* ( $I_{SE}$ ) (ALMEIDA, 1999).

Segundo a Lei Estadual N° 7.750/1992 (São Paulo, 1992) o ISA é calculado utilizando uma média ponderada de subindicadores específicos e associados, direta ou indiretamente, com a salubridade ambiental através da fórmula apresentada na Equação (1).

$$ISA = 0,25I_{AB} + 0,25I_{ES} + 0,25I_{RS} + 0,10I_{CV} + 0,10I_{RH} + 0,05I_{SE} \quad (1)$$

Cada subindicador é desmembrado em outros subindicadores mais específicos, conhecidos de terceiro nível. Na Tabela 1 são apresentados alguns destes novos subindicadores e suas contribuições para o ISA.

Tabela 1 - Subindicadores de segundo e terceiro níveis do ISA

<i>Subindicadores</i>	<b>Subindicadores de Terceiro Nível</b>
Subindicador de Abastecimento de Água ( $I_{AB}$ )	Cobertura (Atendimento) ( $I_{CA}$ )
	Qualidade da Água Distribuída ( $I_{QA}$ )
	Saturação do Sistema Produtor (Quantidade) ( $I_{SA}$ )
Subindicador de Esgoto Sanitário ( $I_{ES}$ )	Cobertura em Coleta de Esgoto e Tanques Sépticos ( $I_{CE}$ )
	Esgoto Tratado e Tanques Sépticos ( $I_{CE}$ )
	Saturação do Tratamento ( $I_{SE}$ )
Subindicador de Resíduos Sólidos ( $I_{RS}$ )	Coleta de Lixo ( $I_{CR}$ )
	Tratamento e Disposição Final ( $I_{QR}$ )
	Saturação da Disposição Final ( $I_{SR}$ )
Subindicador de Controle de Vetores ( $I_{CV}$ )	Dengue ( $I_{VD}$ ) e Esquistossomose ( $I_{VE}$ )
	Leptospirose ( $I_{VL}$ )
Subindicador de Recursos Hídricos ( $I_{RH}$ )	Água Bruta ( $I_{QB}$ )
	Disponibilidade dos Mananciais ( $I_{DM}$ )
	Fontes Isoladas ( $I_{FI}$ )
Subindicador Socioeconômico ( $I_{SE}$ )	Indicador de Saúde Pública ( $I_{SP}$ )
	Indicador de Renda ( $I_{RF}$ )
	Indicador de Educação ( $I_{ED}$ )

Fonte: Almeida (1999)

Como pode ser visto pela Equação (1), nem todos os subíndices possuem o mesmo grau de importância para o valor do Indicador final. Segundo Almeida (1999) a ponderação e a pontuação para o cálculo do ISA são um assunto controverso, que serviu como questões para várias discussões na Câmara Técnica de Planejamento do CONESAN/SP. Em relação a ponderação chegou-se à conclusão que os serviços básicos, como abastecimento de água, coleta de esgoto e coleta de lixo, teriam maior importância sobre os demais. Logo foi atribuída a estes a ponderação individual de 25%, enquanto os subindicadores de Recursos Hídricos e Controle de Vetores receberiam uma ponderação individual de 10%. Sobrando apenas ao subindicador Socioeconômico a ponderação de 5%, perfazendo um total de 100%.

Na determinação do ISA a pontuação segue uma escala de 0 (zero) a 1,0 (um), em que 1,0 ponto significa a ausência virtual do risco a vida e 0 um risco extremo de vida (ALMEIDA, 1999). O CONESAN elaborou uma faixa intermediária de valores a qual o ISA pode estar contido de modo a expressar a situação de salubridade de um determinado meio avaliado, a Tabela 2 apresenta a distribuição de pontuação intermediária do ISA segundo a salubridade e a qual foi utilizada neste estudo.

Tabela 2 – Significado para cada pontuação do ISA

<b>Situação de Salubridade</b>	<b>Pontuação</b>
Insalubre	0 – 0,25
Baixa salubridade	0,26 – 0,50
Média salubridade	0,51 – 0,75
Salubre	0,76 – 1,0

Fonte: CONESAN (1999)

Com o passar dos anos o método originalmente proposto para o ISA foi sofrendo alterações, de modo que ele pudesse ser aplicado em diferentes ambientes. De uma forma geral, são realizadas inclusões ou retiradas de determinados subindicadores de maneira a se adaptar as particularidades das áreas urbanas ou rurais avaliadas. Por exemplo, o Indicador de Salubridade Ambiental - ISA/JP (BATISTA e SILVA, 2006) foi elaborado segundo seus idealizadores para incluir ao ISA original condições de moradias, drenagem urbana e saúde ambiental, no entanto, exclui a parcela referente aos recursos hídricos e controle de vetores, sendo direcionado para

Áreas de Ocupação Irregulares. De uma forma parecida, alterações foram realizadas ao ISA original para uma avaliação na cidade de Salvador, Bahia – ISA/BA (DIAS, 2003), de modo mais simples, este indicador incluía somente a parcela de drenagem urbana e excluía a avaliação de controle de vetores do ISA original.

A seguir serão abordados alguns serviços de saneamento que podem ser avaliados para compor um indicador de salubridade.

### **3.3 Abastecimento de Água**

É evidente que a água é um recurso natural essencial à vida humana e que o homem a requer em qualidade e quantidade suficiente para suprir suas necessidades diárias de sobrevivência e de desenvolvimento.

Além de indispensável à vida, os recursos hídricos são indispensáveis para o desenvolvimento de várias atividades humanas, como geração de energia elétrica, irrigação, pecuária, indústria, recreação e transporte. Com a criação da Lei nº 9.433/97, que define a água como um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, notou-se uma maior conscientização e preocupação em relação à escassez de água no Brasil (BRASIL, 1997).

De acordo com a Lei Federal nº 11.445/2007, conhecida como Lei de Saneamento Básico, o abastecimento de água potável é uma das infraestruturas que formam o saneamento básico. Esta lei obriga todas as prefeituras a elaborar seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). Desde 2014, a Prefeitura que não elaborar o seu PMSB, não pode receber recursos federais para projetos de saneamento básico (BRASIL, 2007).

A melhoria da qualidade da água proveniente do abastecimento de água está ligada diretamente com a implantação e melhoria de sistemas de esgotamento sanitário. O tratamento adequado dos efluentes despejados nos mananciais tem como consequência a captação de água com melhor qualidade, não sendo necessário realizar um tratamento avançado para fazer uso deste insumo.

Por isso, é importante a preservação e revitalização dos rios, pois quanto menor a classe do rio, menor será o gasto com tratamentos avançados aplicado à água para deixá-la potável (CONAMA 357, 2005). O investimento de melhores tecnologias para o abastecimento público,

como a melhoria do tratamento nas Estações de Tratamento de Água (ETA), também traz consequências positivas para a qualidade da água potável, além de controlar e prevenir doenças de veiculação hídrica.

Segundo o ministério da Saúde foi publicado em janeiro de 2000 a Portaria 1.469, que estabelece os novos procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano, logo pode-se dizer que o atendimento à população com água de boa qualidade, segundo as normas, implica em ganhos à saúde humana, seja por questões de doenças ou por questões de higiene. A presença de água potável e em boa quantidade para uma determinada região é um indicador de benfeitorias de gerenciamento. Porém, segundo o Instituto Trata Brasil (2015b) apenas 82,5% da população brasileira é atendida com o sistema de abastecimento de água adequado. Segundo um levantamento elaborado a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS, administrado pelo Governo Federal no âmbito da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCID), o número da população atendida vem crescendo a uma taxa de aproximadamente 1,5% ao ano, podendo inferir que, se a taxa continuar a mesma, em 12 anos toda a população brasileira terá água de boa qualidade em suas torneiras.

Especificamente, Sergipe atende 85,11% da população com o abastecimento de água, e possui um alto índice da perda hídrica na distribuição, cerca de 60,21% (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015b).

### **3.4 Esgotamento sanitário**

O esgotamento sanitário é o conjunto de tubulações, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar somente esgoto residencial a uma disposição final conveniente, de uma forma adequada do ponto de vista sanitário e ambiental conforme orientado pela NBR 9.648 (ABNT, 1986).

O sistema de esgotamento sanitário é essencial para a melhoria da qualidade de vida da população de uma cidade, pois seu investimento propicia a diminuição do contato com águas contaminadas, reduz as doenças relacionadas a água e as veiculadas por insetos e roedores, de outro modo não permite a contaminação de mananciais contribuindo com a melhoria da qualidade dos corpos d'água naturais que podem vir a ser utilizados como abastecimento público de água e reduz o risco de contaminação da água subterrânea.

Na Tabela 3 pode-se observar as principais consequências ao meio ambiente e a saúde devido aos poluentes encontrados nos esgotos.

Tabela 3 - Consequências de poluentes encontrados nos esgotos

<b>Poluentes</b>	<b>Parâmetros de caracterização</b>	<b>Tipo de efluente</b>	<b>Consequências</b>
<i>Sólidos em suspensão</i>	Sólidos em suspensão totais	Domésticos Industriais	Problemas estéticos Depósitos de lodo Adsorção de poluentes Proteção de patogênicos
<i>Sólidos flutuantes</i>	Óleos e graxas	Domésticos Industriais	Problemas estéticos
<i>Matéria orgânica biodegradável</i>	Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	Domésticos Industriais	Consumo de oxigênio Mortandade de peixes Condições sépticas
<i>Patogênicos</i>	Coliformes	Domésticos	Domésticos Doenças de veiculação hídrica
<i>Nutrientes</i>	Nitrogênio Fósforo	Domésticos Industriais	Crescimento excessivo de algas Toxicidade aos peixes Doença em recém-nascidos (nitratos)
<i>Compostos não biodegradáveis</i>	Pesticidas Detergentes Outros	Industriais Agrícolas	Toxicidade e espumas Redução de transferência de oxigênio Não biodegradabilidade Maus odores

Fonte: RIBEIRO E ROOKE (2010)

No Brasil apenas 48,6% da população tem o serviço de coleta de esgoto e somente 40% do esgoto é tratado (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015b). Particularmente, em Sergipe a situação é mais precária tendo 15,84% da população com sistema de coleta de esgoto, sendo que apenas 22,99% do esgoto recebe algum um tratamento (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2015b).

Para que o sistema de saneamento abranja todos os domicílios brasileiros com água e rede de esgoto é necessário que o país aumente muito mais os investimentos na área. Segundo Carlos (2013) para universalizar este serviço, seriam necessários investimentos da ordem de

R\$ 270 bilhões. Assim, tomando como ponto de comparação os valores do PAC (Programa de Aceleração do Crescimento) que foram destinados ao saneamento no período de 2007 a 2010, estimados em R\$ 40 bilhões, seriam necessários, pelo menos, mais 7 PAC's para alcançar a meta de investimento.

### **3.5 Resíduos Sólidos**

Os resíduos sólidos são os materiais gerados pela atividade humana podendo ter as mais diferentes origens. Eles devem ser acondicionados e dispostos da maneira mais correta possível para evitar a proliferação de doenças, poluição do solo, água e ar, além da poluição visual e problemas públicos relacionados a acúmulos inadequados em vias, que ocasionaria impedimentos de mobilidade urbana, e em galerias de águas pluviais, que levaria a enchentes em períodos de chuvas (BESEN e JACOBI, 2011).

Segundo a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no artigo 2º, inciso XVI, a definição de resíduos sólidos é:

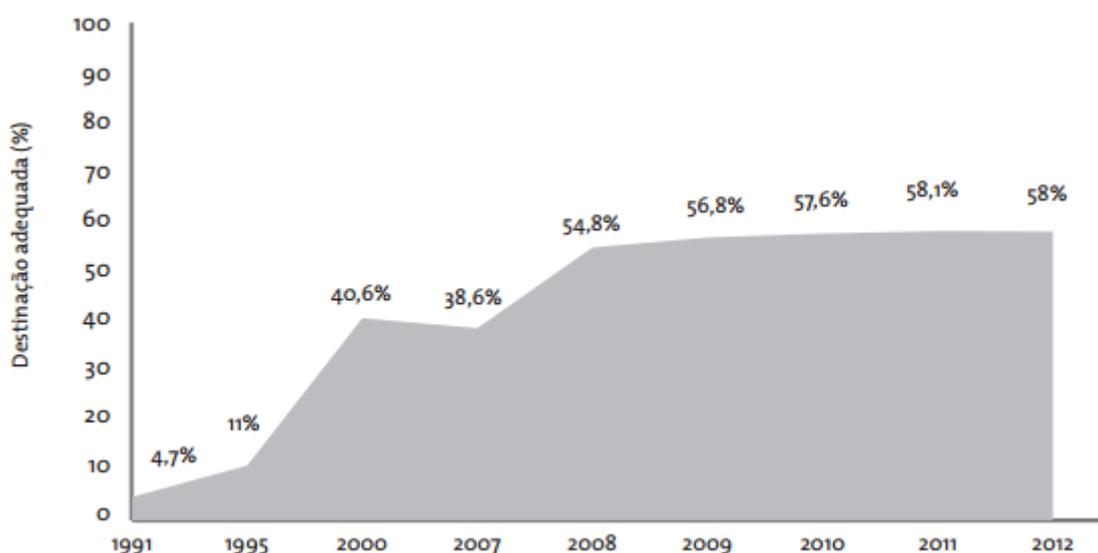
“... material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem 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;”

Lixões ou aterros a céu aberto não são a maneira correta de disposição do lixo em solo, por se tratar de uma área sem cobertura, sem nenhum controle e sendo difícil o monitoramento ambiental. Como problemas frequentes, a este tipo de acomodação do resíduo disposto de forma inadequada, estão a proliferação de doenças, principalmente entre os catadores que obtém sustento nestes lugares, a poluição do ar, com a queima do lixo, e a poluição do solo e das águas, por conta da percolação do chorume. O gerenciamento dos resíduos sólidos procura avaliar estas condições, e em função do resultado obtido, quando necessário é preciso adotar medidas socioambientais corretas para a destinação do lixo, que podem ser, por exemplo, o direcionamento para aterros sanitários ou incineração. Nestas opções haverá um maior controle

das pragas geradas pelo lixo e também um maior controle na degradação do meio ambiente (GOUVEIA, 2012).

Segundo a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2016) que coletou dados do ano de 2014, foi estimado que 92,7% da população brasileira conta com a coleta dos resíduos sólidos. Já para dados da destinação final dos resíduos, tendo como base o ano de 2012, foi verificado que 58,3% dos resíduos são destinados para aterros sanitários, 19,4% para aterros controlados e 19,8% para lixões (INGOUVILLE, et. al., 2014). A Figura 1 apresenta a evolução dos resíduos sólidos no Brasil que foram destinados a aterros sanitários.

Figura 1 – Evolução da destinação de resíduos sólidos urbanos no Brasil



Fonte: adaptado de Ingouville, *et al.* (2014)

### 3.6 Drenagem urbana

A drenagem urbana é um assunto importante quando se trata do bem-estar e saúde da população, tanto quanto os demais, pois quando este requisito não é levado em consideração podem ocorrer desastres como deslizamentos de encostas ou inundações e alagamento de áreas habitadas.

A drenagem urbana evita, em muitos casos, com que famílias percam seus bens materiais, como casas, carros, ou bens imateriais, como a própria vida. Quando ocorre o alagamento ou

inundações em cidades as perdas mais comuns são as físicas, mas também podem se estender ao conforto e saúde. Quando estes desastres são intensos, cidades podem ficar sem fornecimento energético, água potável, e ainda a disseminação de doenças torna-se mais fácil.

Assim, o sistema de drenagem urbana é composto de um conjunto de infraestruturas classificadas como de micro e macrodrenagem. A microdrenagem se constitui por redes coletoras como sarjetas, bocas-de-lobo e meios-fios. Já a macrodrenagem refere-se a estrutura que receberá a água trazida pelas construções de microdrenagem, como talvegues dos vales, rios, córregos e bacias (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2006).

Estes sistemas possuem uma função preventiva e essencialmente associados ao meio urbano, pois nestes locais devido ao desenvolvimento a ampliação dos pavimentos impermeáveis, asfálticos e de alvenaria, se tornaram inevitáveis.

Quando se fala do meio ambiente juntamente com a drenagem urbana, pode-se dizer que por conta das obras de escoamento pode haver uma degradação do meio ambiente, como por exemplo, o desmatamento e a impermeabilização do solo, ou então pelo carreamento de resíduos para os córregos, levando ao assoreamento das margens dos rios ou o não reabastecimento dos lençóis freáticos localizados abaixo da região metropolitana.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico do IBGE (2008), 94% dos municípios brasileiros possuem um sistema de drenagem superficial e 76,4% dos municípios possuem um sistema de drenagem subterrânea.

### **3.7 Controle de Vetores**

Devido ao desequilíbrio ambiental ocasionado pela urbanização como a supressão vegetal, demasiada captação da água dos rios, lançamento inadequado de esgotos e resíduos sólidos em solos ou em mananciais, entre outras, houveram mudanças climáticas propiciando o surgimento de insetos ou outros vetores associados ao aparecimento de doenças no ser humano.

Para o Instituto de Desenvolvimento da Saúde, controle de vetores é:

“... o controle de artrópodes e moluscos que podem veicular um determinado agente etiológico ou veneno, provocando várias doenças

ou danos ao homem e animais; o controle de roedores que podem transmitir a peste, a leptospirose e outras doenças, e o controle de animais domésticos, como gatos e cães e outros responsáveis pelos casos de raiva humana. ”

Portanto, o controle de transmissores de doenças afetará a população diretamente reduzindo a mortalidade e aumento da vida média do homem, além de preservar as condições de conforto à vida humana (RIBEIRO e ROOKE, 2010). Doenças que podem estar relacionadas com o manuseio da água contaminada, contato com fezes, roedores, insetos, esgoto ou lixo, podem ser vistos nas Tabelas 4 - 6.

Tabela 4 – Doenças relacionadas com a água

<b>Grupo de doenças</b>	<b>Formas de transmissão</b>	<b>Principais doenças</b>	<b>Formas de prevenção</b>
<i>Transmitidas pela via feco-oral</i>	O organismo patogênico (agente causador de doença) é ingerido	Diarreias e disenterias; cólera; giardíase; amebíase; ascaridíase (lombriga)	Proteger e tratar águas de abastecimento e evitar uso de fontes contaminadas
<i>Controladas pela limpeza com a água (associadas ao abastecimento insuficiente de água)</i>	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para sua disseminação	Infecções na pele e nos olhos, como tracoma e o tifo relacionado com piolhos, e a escabiose.	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
<i>Associadas à água (uma parte do ciclo da vida do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)</i>	O patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	Evitar o contato de pessoas com águas infectadas; proteger mananciais
<i>Transmitidas por vetores que se relacionam com a água</i>	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou picam perto dela	Malária; febre amarela; dengue; filariose (elefantíase)	Combater os insetos transmissores; eliminar condições que possam favorecer criadouros

Fonte: adaptado de Barros *et al.* (1995)

Tabela 5 – Doenças relacionadas com as fezes

<b>Grupo de doenças</b>	<b>Formas de transmissão</b>	<b>Principais doenças</b>	<b>Formas de prevenção</b>
<i>Feco-orais (não bacterianas)</i>	Contato de pessoa para pessoa, quando não se tem higiene pessoal e doméstica adequada	Poliomielite; hepatite tipo A; giardíase; disenteria amebiana; diarreia por vírus	Implantar sistema de abastecimento de água; melhorar as moradias e as instalações sanitárias
<i>Feco-orais (bacterianas)</i>	Contato de pessoa para pessoa, ingestão e contato com alimentos contaminados e contato com fontes de águas contaminadas pelas fezes	Febre tifóide; febre paratifóide; diarreias e disenterias bacterianas, como a cólera	Implantar sistema de abastecimento de água; melhorar as moradias e as instalações sanitárias; promover a educação sanitária
<i>Helminthos transmitidos pelo solo</i>	Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo	Ascaridíase (lombriga); tricuriase; ancilostomíase (amarelão)	Construir e manter limpas as instalações sanitárias; tratar os esgotos antes da disposição no solo.
<i>Tênias (solitárias) na carne de boi e de porco</i>	Ingestão de carne malcozida de animais infectados	Teníase; cisticercose	Construir instalações sanitárias adequadas; tratar os esgotos antes da disposição no solo
<i>Helminthos associados à água</i>	Contato da pele com água contaminada	Esquistossomose	Construir instalações sanitárias adequadas; controlar os caramujos
<i>Insetos vetores relacionados com as fezes</i>	Procriação de insetos em locais contaminados por fezes	Filariose (elefantíase)	Combater os insetos transmissores; eliminar condições que possam favorecer criadouros

Fonte: adaptado de Barros *et al.* (1995)

Tabela 6 – Doenças relacionadas com o lixo e transmitidas por vetores

<b>Vetores</b>	<b>Formas de transmissão</b>	<b>Principais doenças</b>
<i>Ratos</i>	Através da mordida, urina e fezes; através da pulga que vive no corpo do rato	Peste bubônica; tifo murino; leptospirose.
<i>Moscas</i>	Por via mecânica (através das asas, patas e corpo); através das fezes e saliva	Febre tifóide; salmonelose; cólera; amebíase; disenteria; giardíase
<i>Mosquitos</i>	Através da picada da fêmea	Malária; leishmaniose; febre amarela; dengue; filariose
<i>Baratas</i>	Por via mecânica (através das asas, patas e corpo); através das fezes	Febre tifóide; cólera; giardíase
<i>Suínos</i>	Pela ingestão de carne contaminada	Cisticercose; toxoplasmose; triquinelose; teníase
<i>Aves</i>	Através das fezes	Toxoplasmose

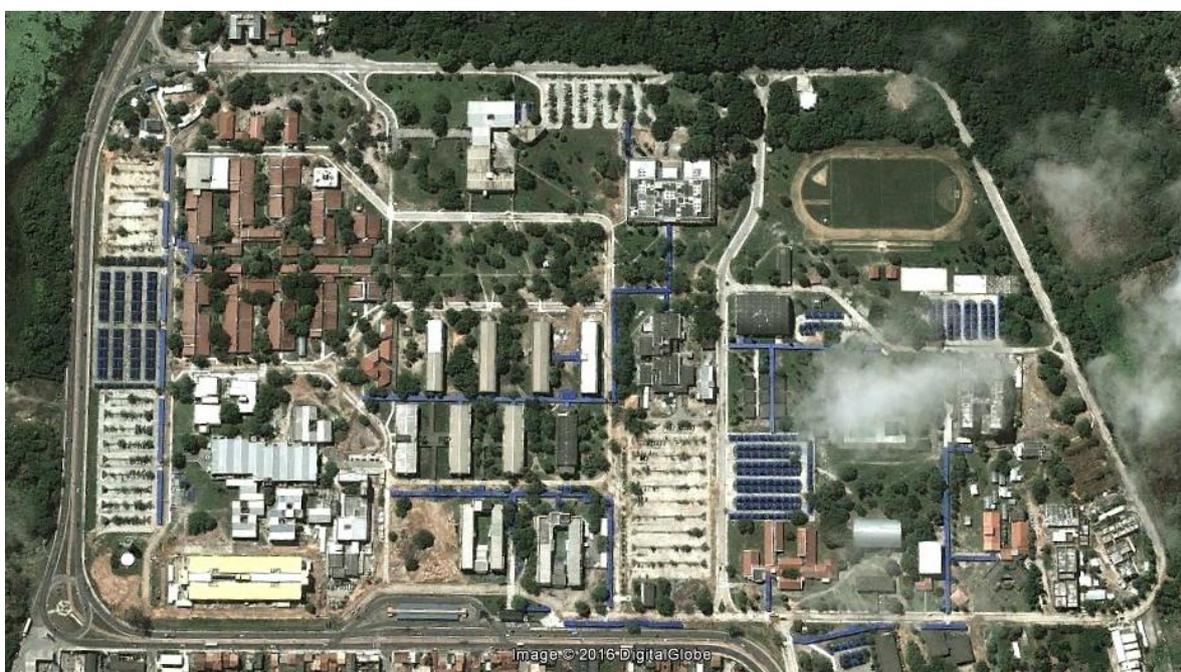
Fonte: adaptado de Barros *et al.* (1995)

Assim, fica claro que o controle de muitos vetores pode ser afetado pelo funcionamento dos sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, gerenciamento dos resíduos sólidos e da drenagem urbana.

#### 4 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho teve como área de atuação a cidade universitária Prof. José Aloísio de Campos, da Fundação Universidade Federal de Sergipe (UFS), em São Cristóvão-SE, mais conhecida como o *campus* UFS São Cristóvão, que está localizada na Avenida Marechal Rondon, s/n - Jardim Rosa Elze, São Cristóvão - SE, CEP: 49100-000. Geograficamente, ela está posicionada nas seguintes coordenadas: 10°55'31.50"S (latitude) e 37°6'6.44"W (longitude). Com uma área total de 1.539.310 m<sup>2</sup>, sendo 139.154,71 m<sup>2</sup> de área construída (Anuário Estatístico da UFS: 2013 – 2015). A Figura 2 apresenta uma foto de satélite mais recente da área de estudo, com detalhes das estruturas e edificações.

Figura 2- *Campus* UFS São Cristóvão, 2016



Fonte: Google EarthPro, 2016

A UFS foi fundada em 1968 após atingir o número necessário de escolas superiores no estado. A primeira delas foi a Faculdade de Ciências Econômicas e da Escola de Química (1948), seguida da Faculdade de Direito e Faculdade Católica de Filosofia (1950), Escola de Serviço Social (1954) e Faculdade de Ciências Médicas (1961). O processo de criação da universidade foi iniciado em 1963 pela Secretaria de Educação do Estado, concretizado em 1967 pelo Decreto-Lei nº 269 e efetivado em 15 de maio de 1968 (UFS, 2015a).

Atualmente, a UFS está presente nos municípios de São Cristóvão, Aracaju, Laranjeiras, Itabaiana, Glória e Lagarto e dispõe de 5.500 vagas distribuídas em 106 opções de curso através do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Além disso, a UFS possui 14 polos de Educação a Distância nos seguintes municípios do estado: Arauá, Brejo Grande, Estância, Japarutuba, Laranjeiras, Lagarto, Poço Verde, Porto da Folha, São Domingos, Carira, Nossa Senhora das Dores, Nossa Senhora da Glória, Propriá e São Cristóvão. Já em cursos de pós-graduação, a UFS oferece 48 cursos *stricto sensu*, sendo 8 de doutorado, 37 de mestrado acadêmico e 3 de mestrado profissional (UFS, 2015a).

Os dados censitários mais recentes contabilizam que o *campus* de São Cristóvão possui 18.517 alunos matriculados no semestre acadêmico de 2016.1 em cursos presenciais de graduação, mais 2.668 professores e técnicos, totalizando uma população de 21.185 pessoas ainda que não simultaneamente (UFS em números: 2015 - 2016, 2016).

Em relação aos serviços de saneamento, o *campus* possui uma estação completa e recém-inaugurada de tratamento de esgotos com capacidade de tratar todo o efluente da UFS a qual lança o efluente tratado no rio Poxim localizado nas proximidades locais. Em relação aos resíduos sólidos, o Programa UFS ambiental, criado em 2012, é o responsável pela gestão dos resíduos sólidos gerados pela população do *campus*. O abastecimento de água potável é atendido de forma externa pela concessionária pública de água do estado, a DESO.

A cidade universitária Prof. José Aloísio de Campos foi escolhida para este estudo por se tratar de uma região que possui todas as características para a avaliação do índice de salubridade ambiental, de maneira adaptada, e também por possuir uma população de significância para a necessidade deste estudo. Embora, possa ser classificada como uma cidade de pequeno porte por possuir menos que 50.000 habitantes, o *campus* UFS São Cristóvão possui atividades regulares de serviço básico, como coleta de resíduos sólidos (comum e reciclável), estação própria de tratamento de esgoto, recebimento de água potável, drenagem de água pluvial e vias com pavimentação.

## 5 METODOLOGIA

Para a determinação do ISA levou-se em consideração uma pesquisa de caráter exploratório de natureza quali-quantitativa de forma que os resultados foram expressos de forma descritivas, analíticos, com obtenção de dados e com interpretações em função das características observadas a respeito dos serviços de saneamento prestados à área de estudo.

Quanto ao cálculo do ISA (Indicador de Salubridade Ambiental), uma adaptação do ISA original foi realizada de forma a obter um indicador específico para a área de estudo, denominado no presente trabalho como ISA-UFS.

### A) Vistorias

Vistorias programadas em dias de chuvas permitiram analisar a situação das vias em situações de alagamento e inundações. Foi também analisada a presença e bebedouros nas edificações. Em dias normais foi observado a frequência da limpeza urbana do *campus*.

### B) Questionário Eletrônico Dirigido

O modo de aplicação do questionário foi o eletrônico dirigido realizado em redes e grupos sociais da *internet* de alunos de diversos cursos da UFS entre os dias 8 - 10 de novembro de 2016. Usou-se uma extensão do Google em que se faz um questionário eletrônico e divulga o questionário por meio de endereço eletrônico.

Neste artifício foram analisados a frequência da falta de água na UFS e a presença de alguns vetores.

### C) Análise Laboratorial

Para a análise da qualidade de água foi utilizada as estruturas do Laboratório de Biotecnologia Ambiental (LABAM) de onde foram analisados os parâmetros pH, turbidez e cloro residual de amostras de água coletadas em pontos representativos do *campus*: reitoria, edifício de aula (DID IV), Departamento de Engenharia Química, Departamento de Engenharia Ambiental, Departamento de Farmácia, LABAM e Departamento de Engenharia Civil. Os parâmetros escolhidos foram apenas este quatro devido a viabilidade dos testes para estes.

As determinações de pH foram realizadas com o auxílio de um medidor de pH de bancada marca ITMPA 210, enquanto a turbidez foi realizada com um turbidímetro portátil da marca

LUTRON TU-2016, já as análises de cloro residual foram realizadas com um medidor portátil fotocolorímetro da HANNA modelo checker®hc hi701. Para a avaliação da qualidade das amostras foi utilizado os valores limites padrão tabelados para turbidez, pH e cloro residual estabelecidos na Portaria N° 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

A amostragem foi feita da seguinte maneira: foram coletadas amostras de água das torneiras, utilizando frascos de vidro com tampa de rosca do tipo âmbar, com capacidade para 200 mL, sendo as análises realizadas no mesmo dia da coleta, em intervalo de no máximo 1h. Ainda vale ressaltar que as amostras só foram medidas uma vez, o que pode influenciar na confiabilidade dos resultados.

#### **D) Consulta a Setores Administrativos da UFS**

A Divisão de Projetos (DIPRO) forneceu a planta esquemática de instalação do *campus*, identificando em escala as vias e edificações existentes. O mesmo setor informou as condições físicas das vias e atendimento da rede de água potável. A Divisão de Administração de Imóveis (DIVAI) contribuiu com informações a respeito do esgotamento sanitário do *campus*.

Consulta ao Programa UFS – Ambiental permitiu obter dados e informações referentes à empresa de limpeza e coleta de lixo atuante no *campus*, de modo a avaliar a situação dos resíduos sólidos (comum e reciclável) coletados e sua disposição final. Informes digitais liberados à população acadêmica como o Anuário da UFS e UFS em números, permitiram obter dados referentes às características populacionais da cidade universitária.

### **5.1 Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental**

Assim, a adaptação do ISA original para o ISA-UFS teve o intuito de expressar as condições de salubridade em funções dos subindicadores: Abastecimento de Água; Esgotamento Sanitário; Drenagem Urbana; Resíduo Sólido; e Controle de Vetores. Dessa forma os subindicadores de Recursos Hídricos e Socioeconômico foram excluídos.

Para a escolha dos subindicadores específicos foi levado em consideração o trabalho do ISA/JP que foi realizado na cidade de João Pessoa, o qual trata de uma adaptação do ISA/CONESAN. Porém neste estudo o subindicador de recurso hídricos foi substituído pelo subindicador de drenagem urbana. Porém para a determinação de como os subindicadores iriam

ser calculados para este estudo realizou-se uma adaptação do ISA/BG (SANTOS; DALTRO, 2016), elaborado para a comunidade Saramém-Brejo Grande/SE.

Houve também reconsiderações em relação a ponderação dos subindicadores, com uma maior ponderação para o  $I_{AB}$  e o  $I_{ES}$ , por serem de maior importância quando se trata de salubridade ambiental para uma população, por seguinte com segunda maior ponderação foram definidos o  $I_{RS}$  e o  $I_{DU}$ , e por último o  $I_{CV}$ . Assim o ISA-UFS foi elaborado para este estudo com a fórmula expressa pela Equação 2.

$$ISA - UFS = 0,25I_{AB} + 0,25I_{ES} + 0,20I_{RS} + 0,20I_{DU} + 0,10I_{CV} \quad (2)$$

Para a avaliação da performance da salubridade ambiental, segundo o indicador ISA-UFS, foi utilizada a pontuação da Tabela 2 elaborado pelo CONESAN (1999), que indica a classificação variando de insalubre a salubre. A seguir são apresentados em detalhes os subindicadores específicos de segundo e terceiro nível que compõe o ISA-UFS e suas considerações.

## 5.2 Subindicador de Abastecimento de Água ( $I_{AB}$ )

Para avaliação de abastecimento de água os subindicadores de terceiro nível foram diferentes do original apresentados pelo ISA/CONESAN, demonstrado anteriormente na Tabela 1. Os Subindicadores de terceiro nível seguiram recomendação do ISA/BG, usando a Frequência de Abastecimento ( $I_{FA}$ ), o Tratamento Interno de Água ( $I_{TIA}$ ) e a Qualidade da Água ( $I_{QA}$ ) como pontos de avaliação do serviço de abastecimento de água.

Como pode ser observada na Tabela 7, a frequência de abastecimento considerou a recorrência de falta de água, os quais foram obtidos por meio de um questionário eletrônico dirigido à população do *campus*. O tratamento interno de água leva em consideração quantas edificações contam com o tratamento de água por meio de bebedouros. E a qualidade da água foi dividida em turbidez, pH e cloro residual, os quais foram adquiridos por meio de análises realizadas em laboratório utilizando amostras coletadas em diferentes pontos da UFS.

Tabela 7 – Método para o cálculo do Subindicador de Abastecimento de Água ( $I_{AB}$ )

VARIÁVEL	SIGLA	PARÂMETROS	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO
<i>Frequência do Abastecimento</i>	I <sub>FA</sub>	Falta de água	Frequente	Mínimo de 0 quando 100% dos entrevistados afirmarem frequente falta d'água.
			Rara	Máxima de 1 quando 100% dos entrevistados afirmarem rara falta d'água.
<i>Tratamento Interno da Água</i>	I <sub>TIA</sub>	Tratamento por bebedouro	Realiza	Máxima de 1 para 100% das estruturas que possuem bebedouros.
			Não realiza	Mínima de 0,5 para 100% das estruturas que não possuem nenhum bebedouro.
<i>Qualidade da água</i>	I <sub>QA</sub>	Turbidez	Há	Mínima de 0 para água turva dos 100% das amostras coletadas e segundo análise laboratorial (acima de 0,5 unT).
			Não há	Máxima de 1 para água límpida dos 100% das amostras coletadas e segundo análise laboratorial (até 0,5 unT).
		pH	Há	Mínima de 0 para resultado da análise laboratorial para pH abaixo de 6,5 e acima de 9,5.
			Não há	Máxima de 1 para resultado da análise laboratorial entre 6,5 e 9,5.
		Cloro Residual	Há	Mínima de 0 para resultado da análise laboratorial para cloro residual menores que 0,2 mg/L.
			Não há	Máxima de 1 para resultado da análise laboratorial para cloro residual acima de 0,2 mg/L.

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

É importante mencionar que a pontuação do subindicador  $I_{QA}$  que está associado aos parâmetros turbidez, pH e cloro residual foi orientado pelos valores máximos permitidos para a água potável para cada parâmetro descritos na Portaria do Ministério da Saúde nº 2914/2011. Depois da pontuação de cada subindicador de terceiro nível, os valores obtidos são usados para o cálculo do subindicador de abastecimento de água ( $I_{AB}$ ), segundo recomendação do ISA/BG expressa na Equação 3.

$$I_{AB} = 0,45I_{QA} + 0,35I_{TIA} + 0,20I_{FA} \quad (3)$$

O subindicador de qualidade de água teve uma maior ponderação devido a sua maior importância para a população. Dentre os três subindicadores de terceiro nível, a frequência de abastecimento teve a menor ponderação por considerar que a falta de água não ser uma questão tão significativa para afetar a salubridade de uma população em relação aos outros dois.

### 5.3 Subindicador de Esgoto Sanitário ( $I_{ES}$ )

Da mesma maneira que o  $I_{AB}$ , o subindicador  $I_{ES}$  seguiu uma adaptação do ISA/BG, levando em consideração o Sistema de Coleta de Esgoto ( $I_{SCE}$ ), o Sistema de Tratamento de Dejetos Sanitários ( $I_{STDS}$ ) e Disposição de Águas Servidas ( $I_{DAS}$ ).

A Tabela 8 apresenta em detalhes a descrição dos parâmetros dos subindicadores de terceiro nível. De modo que foram considerados para o sistema de coleta de esgoto a existência ou não da rede coletora de esgoto na área. Para o sistema de tratamento de dejetos sanitários foi avaliado se o local possuía ou não um sistema de tratamento completo, considerando uma estação de tratamento ou fossa séptica. E para a disposição das águas servidas teve o enfoque como o esgoto tratado era descartado corretamente no meio ambiente.

Tabela 8 – Método para o cálculo do Subindicador de Esgoto Sanitário ( $I_{ES}$ )

VARIÁVEL	SIGLA	PARÂMETROS	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO
<i>Sistema de Coleta de Esgoto</i>	I <sub>SCE</sub>	Sistema Coletivo	Existência	Máxima de 1 para existência de rede coletora de esgoto em funcionamento.
			Inexistência	Mínima de 0 para inexistência de rede coletora de esgoto em funcionamento.
<i>Sistema de Tratamento de Dejetos Sanitários</i>	I <sub>STDS</sub>	Sistema de Tratamento Completo	Estação de tratamento	Máxima de 1 para existência de uma estação de tratamento.
			Fossa séptica	Mínima de 0 para existência de uma fossa séptica.
<i>Disposição das Águas Servidas</i>	I <sub>DAS</sub>	Disposição das águas servidas	Adequada	Máxima de 1 para a disposição em rio ou córrego.
			Intermediária	Média de 0,5 para a disposição em recipiente estanque.
			Inadequada	Mínima de 0 para a disposição no solo ao céu aberto

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

Para o cálculo do subindicador de esgoto sanitário utilizou-se a Equação 4 em que os subindicadores de terceiro nível são aplicados com uma ponderação de relevância, sendo o da existência de coleta de esgoto com maior importância, seguido do tipo de tratamento e por último o de disposição.

$$I_{ES} = 0,50I_{SCE} + 0,30I_{STDS} + 0,20I_{DAS} \quad (4)$$

#### 5.4 Subindicador de Resíduos Sólidos ( $I_{RS}$ )

O subindicador de resíduos sólidos foi elaborado a partir do ISA/BG de modo a utilizar cinco subindicadores de terceiro nível: Limpeza Urbana ( $I_{LU}$ ), Destinação do Lixo Após Acondicionamento ( $I_{DLA}$ ), Destinação do Lixo Pós Coleta ( $I_{DLC}$ ), Existência de Coleta Seletiva ( $I_{CES}$ ) e Frequência da Coleta Convencional ( $I_{FC}$ ).

Como critérios de avaliação, foram considerados a frequência da limpeza na área de estudo. Quanto a destinação do lixo após acondicionamento, foi avaliado o tipo de destinação que é executada depois do lixo ser acondicionado, como por exemplo se é destinado em caminhões de lixo, a céu aberto ou, queimado ou enterrado. Da mesma maneira foi avaliada a destinação que é feita do lixo após a sua coleta, se é feita em aterro sanitário, controlado ou lixões. Outro item avaliado foi se havia ou não coleta seletiva local. E por fim se havia ou não frequência da coleta convencional do lixo. Todas as descrições dos diversos elementos que compõe o IRS podem ser observadas na Tabela 9.

Tabela 9 – Método para o cálculo do Subindicador de Resíduos Sólidos ( $I_{RS}$ )

VARIÁVEL	SIGLA	PARÂMETROS	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO
<i>Limpeza Urbana</i>	$I_{LU}$	Varrição	Diária	Máxima de 1 para observação de limpeza diária.
			Semanal	Mínima de 0 para observação de limpeza semanal.
<i>Destinação do Lixo Após Acondicionamento</i>	$I_{DLA}$	Destinação pós acondicionamento	Coleta pelo caminhão do lixo	Máxima de 1 para coleta feita pelo caminhão do lixo.
			Descarte a céu aberto	Mínima de 0,2 para descarte feito a céu aberto.
			Queimado ou enterrado	Mínima de 0,2 para destinação por queima ou soterramento.
<i>Destinação do Lixo Pós Coleta</i>	$I_{DLC}$	Destinação pós coleta	Descarte no Aterro Sanitário	Máxima de 1 para descarte do lixo no aterro sanitário.
			Descarte no Aterro Controlado	Mínima de 0,3 para descarte do lixo no aterro controlado.
			Descarte a céu aberto	Mínima de 0 para descarte do lixo a céu aberto.
<i>Existência de Coleta Seletiva</i>	$I_{ECS}$	Coleta Seletiva	Há	Máxima de 1 para existência da coleta seletiva.
			Não há	Mínima de 0 para inexistência de coleta seletiva.
<i>Frequência da Coleta Convencional</i>	$I_{FC}$	Frequência	Diária	Máxima de 1 para coleta diária.
			Três ou quatro vezes por semana	Média de 0,8 para coleta semanal.
			Mensal	Mínima de 0 para coleta mensal.

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

Assim, a formulação do Subindicador de Resíduos Sólidos ( $I_{RS}$ ) em função das ponderações de cada subindicador de terceiro nível pode ser observado pela Equação 5.

$$I_{RS} = 0,20I_{LU} + 0,30I_{DLA} + 0,20I_{DLC} + 0,10I_{ECS} + 0,20I_{FC} \quad (5)$$

Foi considerado com maior peso o subindicador de destinação do lixo após o acondicionamento, pois caso a destinação não seja adequada haverá maiores efeitos negativos a salubridade ambiental e a comunidade da região. Já a existência da coleta seletiva não tem grande relevância diante os outros, apesar de ser importante do ponto de vista de sustentabilidade.

### **5.5 Subindicador de Drenagem Urbana (IDU)**

Para a elaboração do subindicador de drenagem urbana foi realizada uma adaptação a partir da junção do ISA/BG e ISA/CR (LEVATI, 2009). E para compor esse subindicador, foram selecionados os subindicadores de terceiro nível: Áreas de Drenagem com Pavimentação (ICAPV), Áreas de Drenagem sem Pavimentação (ISPAV) e Áreas Verdes (IAV).

Como pode ser observado na Tabela 10 os critérios de avaliação tanto para as áreas com ou sem pavimentação foram considerados a presença de alagamentos na região. E para as áreas verdes foram observados a presença ou não destas áreas.

Tabela 10 – Método para o cálculo do Subindicador de Drenagem Urbana ( $I_{DU}$ )

VARIÁVEL	SIGLA	PARÂMETROS	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO
<i>Áreas de Drenagem com Pavimentação</i>	ICPAV	Alagamentos	Não há	Máxima de 1 para a não ocorrência de alagamentos nas áreas de drenagem com pavimentação.
			Há	Mínima de 0 para a ocorrência de alagamentos nas áreas de drenagem com pavimentação.
<i>Áreas de Drenagem sem Pavimentação</i>	ISPAV	Alagamentos	Não há	Máxima de 1 para a não ocorrência de alagamentos nas áreas de drenagem sem pavimentação.
			Há	Mínima de 0 para a ocorrência de alagamentos nas áreas de drenagem sem pavimentação.
<i>Áreas Verdes</i>	IAV	Frequência	Há	Máxima de 1 para a existência de áreas verdes.
			Não há	Mínima de 0 para a não existência de áreas verdes.

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

Assim, o valor do Subindicador de Drenagem Urbana ( $I_{UD}$ ) é determinado conforme expressa a Equação 6.

$$I_{DU} = 0,50I_{CPAV} + 0,25I_{SPAV} + 0,25I_{AV} \quad (6)$$

O subindicador de terceiro nível de áreas de drenagem com pavimentação é o que tem a maior ponderação, pois se considerou que a área alagada sofreria mais transtornos.

### 5.6 Subindicador de Controle de Vetores ( $I_{CV}$ )

O subindicador de controle de vetores não terá subindicadores de terceiro nível, já que este só levará em consideração a presença ou não de mosquitos, moscas, baratas e ratos, quantificados por meio de questionário eletrônico dirigido aplicado junto à população acadêmica (Tabela 11). Então foi decidido que com os valores obtidos irá ser feita a média dos parâmetros então se encontrará o valor do Subindicador de Controle de Vetores.

Tabela 11 – Método para o cálculo do Subindicador de Controle de Vetores (Icv)

VARIÁVEL	SIGLA	PARÂMETROS	CRITÉRIOS	PONTUAÇÃO
<i>Controle de Vetores</i>	Icv	Presença de Mosquitos	Há	Mínima de 0 para presença de mosquitos para 100% dos entrevistados.
			Não há	Máxima de 1 para ausência de mosquitos para 100% dos entrevistados.
		Presença de Moscas	Há	Mínima de 0 para presença de moscas para 100% dos entrevistados.
			Não há	Máxima de 1 para ausência de moscas para 100% dos entrevistados.
		Presença de Baratas	Há	Mínima de 0 para presença de baratas para 100% dos entrevistados.
			Não há	Máxima de 1 para ausência de baratas para 100% dos entrevistados.
		Presença de Ratos	Há	Mínima de 0 para presença de ratos para 100% dos entrevistados.
			Não há	Máxima de 1 para ausência de ratos para 100% dos entrevistados.

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após uma avaliação prévia da área de estudo foi verificada que o *campus* de São Cristóvão da Universidade Federal de Sergipe conta com um sistema de saneamento completo no que se refere ao abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de lixo e drenagem pluvial, no entanto sem avaliar a qualidade dos serviços prestados. Tal estrutura conta com o serviço de abastecimento de água feito pela concessionária DESO, com um sistema de tratamento de efluente próprio operado por funcionários da UFS, um serviço de coleta de lixo e de coleta seletiva realizados por empresas distintas, e há também estruturas para a drenagem de águas de chuva, como boca de lobo e sarjetas. Alguns serviços podem não alcançar sua maior eficiência, como será apresentado posteriormente, porém suas estruturas ou serviços estão presentes.

Em relação à percepção da ocupação territorial, claramente observa-se por fotos de satélites, apresentadas pela Figura 3, que nos últimos 13 anos o *campus* UFS São Cristóvão passou por transformações que foram refletidas nos arranjos estruturais com uma evolução significativa de ordem expansionista. De mesma maneira, é esperado uma evolução em relação aos serviços de saneamento ambiental, o que infelizmente não é possível verificar apenas com imagens.

Figura 3 - *Campus* da UFS São Cristóvão em 2016 (a) e 2003 (b)



Fonte: Google EarthPro, 2016

A seguir são descritos em detalhes como foram calculados os valores dos subindicadores  $I_{AB}$ ,  $I_{ES}$ ,  $I_{RS}$ ,  $I_{DU}$  e  $I_{CV}$  para obter o ISA-UFS.

## 6.1 Abastecimento de Água

O sistema de abastecimento de água na UFS é de responsabilidade da concessionária pública DESO que fornece, através da rede de água potável, toda a necessidade hídrica que o *campus* necessita. A princípio, considera-se a água servida como a de boa qualidade para higiene pessoal e para limpeza de áreas. No entanto, o *campus* armazena momentaneamente essa água recebida em um reservatório enterrado, localizado nas imediações internas, que devido as condições de manutenção e limpeza vim a pode comprometer a qualidade dessa água. Por essa razão, ao avaliar as condições de abastecimento hídricas neste indicador pensa-se que refletirá diretamente no sistema de reservação do *campus* e não na água servida pela DESO. Outros pontos que podem afetar as características da água são as tubulações, conexões e acessórios hídricos antigos não preservados ou de baixa qualidade que possam existir no sistema.

Sabendo-se destas informações a metodologia foi aplicada e os valores encontrados para os subindicadores específicos de terceiro e por consequência de segundo nível podem ser observados na Tabela 12.

Tabela 12 – Valores obtidos para subindicadores de segundo e terceiro nível de abastecimento de água

<b>Subindicador</b>	<b>Valor</b>
Frequência do Abastecimento ( $I_{FA}$ )	0,75
Tratamento Interno da Água ( $I_{TIA}$ )	1,00
Qualidade da Água ( $I_{QA}$ )	0,50
<b>Abastecimento de Água (<math>I_{AB}</math>)</b>	<b>0,73</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

No cálculo de subindicador de terceiro nível de frequência de abastecimento obtido a partir das respostas da população da UFS segundo o questionário eletrônico dirigido, foi observado que do grupo de amostragem de 192 pessoas, 144 (75%) responderam haver a falta de água, enquanto 48 (25%) disseram não haver falta de água. Assim, por meio de uma interpolação em que a pontuação 1,0 seria para 100% das respostas positivas, obteve-se o valor de 0,75 para o subindicador  $I_{FA}$ .

Já para o tratamento interno de água, por meio de vistoria, pode-se dizer que 100% dos edifícios do *campus* possuem pelo menos um bebedouro em funcionamento equipado com filtro internos ou externo, e desse modo obter-se a pontuação máxima de 1,0 para o subindicador  $I_{TIA}$ .

Para o subindicador de qualidade da água foram realizadas medições específicas para amostras de água coletadas em diversos pontos na UFS, as quais foram comparados aos limites máximos permitidos para a água potável descritos na Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914/2011. Os pontos amostrais localizaram-se nos seguintes Departamentos: Farmácia (DFAL) e Engenharias Civil (DEC) e Ambiental (DEAM), além da Reitoria, Didática IV e Laboratório de Biotecnologia Ambiental (LABAM). Após determinação dos valores, para cada parâmetro, foram aplicadas as pontuações pertinentes e realizada a média ponderada simples de forma a obter o valor final do indicador  $I_{QA}$ , conforme pode ser observado na Tabela 13.

Tabela 13 – Valores dos parâmetros das amostras de água e suas pontuações

	Turbidez (nTu*)	Pontuação	pH	Pontuação	Cloro residual (mg/L)	Pontuação
DEC	0,04	1,0	6,98	1,0	0,01	0,0
DFAL	0,73	0,0	7,00	1,0	0,15	0,0
Reitoria	0,89	0,0	7,10	1,0	0,00	0,0
DEAM	0,01	1,0	7,17	1,0	0,03	0,0
LABAM	0,72	0,0	6,67	1,0	0,12	0,0
DID IV	0,22	1,0	6,64	1,0	0,00	0,0
	Média da Turbidez (nTu*)	0,5	Média do pH	1,0	Média do Cloro Residual (mg/L)	0,0
Média Geral ( $I_{QA}$ ) = 0,50						

\*nTu → Unidade Nefelométrica de Turbidez

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

Com os valores dos subindicadores específicos foi possível obter o valor do subindicador de abastecimento de água  $I_{AB}$  a partir da Equação 3, resultando em 0,73. Podendo ser considerado como um valor razoavelmente bom, e desta maneira pode-se concluir que em relação ao abastecimento de água o *campus* enquadra-se em condição de média salubridade.

Como recomendações para melhoria deste subindicador propõe-se ações simples como a limpeza periódica do reservatório de armazenamento de água potável do *campus*, uma vez que é desconhecida a data da realização da sua última limpeza.

## 6.2 Esgotamento Sanitário

De acordo com a UFS (2016) a cidade Universitária da UFS em São Cristóvão, desde 2015, possui em suas instalações uma ETE que atende efetivamente a todos os usuários do *campus*, estimada com uma vida útil de 20 anos. Fazem parte do sistema de esgotamento uma rede com cerca de 3.500 metros de tubulações, três estações elevatórias e a estação dos efluentes sanitários (UFS, 2016).

A ETE-UFS é considerada completa, operando 24 horas por dia e 7 dias na semana, sendo composta por um sistema de gradeamento, caixa de areia, medidor de vazão (calha Parshall), digestor anaeróbico de fluxo ascendente (DAFA), reator de lodo ativado (valo de oxidação), leitos de secagem de lodo, unidade de desinfecção através de cloração (tanque de contato), e reservatório de acúmulo. A Figura 4 apresenta uma foto aérea em detalhes da ETE-UFS. O sistema de tratamento possui licença de instalação. Atualmente a rede coletora atende a todas as edificações do *campus*, onde a disposição final do efluente tratado ocorre no corpo hídrico Rio Poxim, atendendo as legislações ambientais vigentes segundo os parâmetros da Classe CONAMA de água do manancial.

Figura 4 – Estação de efluentes da UFS



Fonte: UFS, 2016

Como o *campus* universitário conta uma estação de tratamento de esgoto considerou-se que o tratamento é feito de forma adequada. Atendendo a parte de coleta, existindo um sistema de esgotamento coletivo. A parte de tratamento, considerando que todas as etapas funcionam adequadamente na ETE. E a parte de disposição do esgoto tratado em que é feito em um córrego. Por isso foi atribuído a pontuação máxima para o Subindicador de Esgotamento Sanitário ( $I_{ES}$ ) como pode ser visto na Tabela 14.

Tabela 14 – Valores obtidos para subindicadores de segundo e terceiro nível de esgotamento sanitário

<b>Subindicador</b>	<b>Valor</b>
Sistema de Coleta de Esgoto ( $I_{SCE}$ )	1,0
Sistema de tratamento de dejetos sanitários ( $I_{STDS}$ )	1,0
Disposição das águas servidas ( $I_{DAS}$ )	1,0
<b>Esgotamento Sanitário a (<math>I_{ES}</math>)</b>	<b>1,0</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

Assim, a partir dos valores dos subindicadores de terceiro nível encontrados, calculou-se a subindicador de esgotamento sanitário ( $I_{ES}$ ) pela Equação 4 encontrando o valor máximo de 1,0 (um) que caracteriza o *campus* em relação a este subindicador como Salubre e de difícil proliferação de doenças associadas ao contato com este efluente, por conta da falta de contato da população, já que a coleta é feita de maneira correta. Para um resultado de maior confiabilidade pode ser inserido um subindicador de terceiro nível de qualidade do esgoto.

### 6.3 Sistema de Coleta de Lixo

O serviço de limpeza e coleta de lixo comum da UFS é operado por contrato estabelecido via licitação pública com a empresa Planeta Limpo que é a responsável pela coleta e transporte até o aterro sanitário do estado de Sergipe, em Rosário do Catete. O contrato de limpeza está fixado em um ano podendo ser prorrogável por mais quatro tendo início do contrato em 2016 e contempla uma coleta periódica dos resíduos sólidos contido nos contêineres dispostos nas vias comuns do *campus* (Figura 5) por meio de veículo compactador. O gerenciamento do *campus* ainda estimula a separação de material reciclável disponibilizando lixeiras diferenciadas para recebimento de material não-reciclável e reciclável (Figura 5), sendo este

último coletado e direcionado para a Cooperativa dos Agentes Autônomos de Reciclagem de Aracaju (CARE). Ambos os serviços são realizados periodicamente, a coleta de lixo comum e reciclável ocorrem três e quatro vezes na semana, respectivamente. Não sendo observadas faltas dos serviços prestados pelas empresas. O serviço de limpeza no campus é feito por terceirizados.

Figura 5 – Lixeiras diferenciadas para material reciclável (laranja) e não reciclável (azul)



Fonte: Autora, 2016.

O valor do subindicador de resíduos sólidos obtido para o *campus* foi considerado dentro da normalidade, como pode ser observado na Tabela 15, pois a população da UFS-São Cristóvão conta com um serviço terceirizado de coleta adequado e com destinação correta do lixo.

Tabela 15 – Valores obtidos para subindicadores de segundo e terceiro nível de resíduos sólidos

<b>Subindicador</b>	<b>Valor</b>
Limpeza Urbana (ILU)	0,0
Destinação do Lixo Após Acondicionamento (IDLA)	1,0
Destinação do Lixo Pós Coleta (IDLC)	1,0
Existência de Coleta Seletiva (IECS)	1,0
Frequência da Coleta Convencional (IFC)	0,8
<b>Resíduos Sólidos (IRS)</b>	<b>0,76</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

A limpeza urbana recebeu um valor mínimo, pois a varrição das áreas externas não é realizada diariamente em todas as vias, como requer o parâmetro, já que para um ambiente ser salubre é necessário que esteja limpo, livre de material indesejado. Já os outros três subindicadores de terceiro nível receberam a nota máxima, uma vez que a destinação do lixo após acondicionamento é feita pelo veículo coletor, a destinação do lixo pós coleta é em aterro sanitário e não em um lixão ou em um aterro controlado e haver a existência da coleta seletiva. Por fim, a frequência da coleta convencional não teve uma pontuação máxima por não ser realizada diariamente, podendo haver o surgimento de vetores devido ao tempo de acondicionamento do lixo, uma vez que nem todos os condicionadores são do tipo estanque.

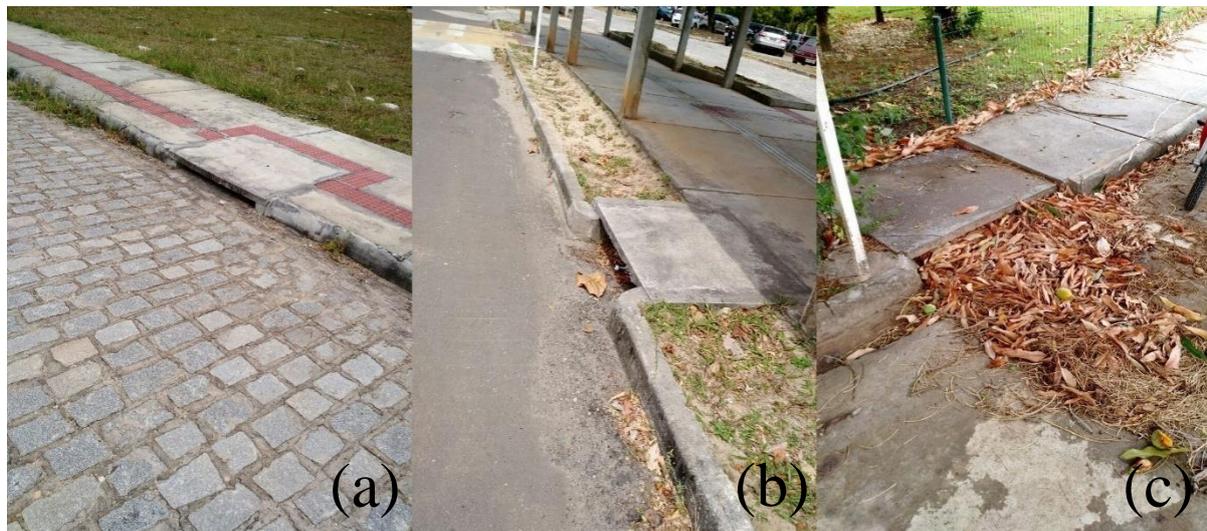
Depois de pontuados os subindicadores de terceiro nível, aplicou-se estes valores na Equação 5, de modo a determinar o subindicador específico de resíduos sólidos  $I_{RS}$ , o qual obteve a pontuação 0,76, considerado dentro da faixa de um ambiente Salubre.

Este subindicador ainda pode ser melhorado com implementações simples do serviço de limpeza diária das vias.

#### **6.4 Drenagem Urbana**

A cidade universitária da UFS conta com sistemas de drenagem com sarjetas e desaguadouros e pavimento (Figura 6) que facilitam o escoamento das águas pluviais para fora das vias, embora nem sempre existindo em todas as vias. Infelizmente a UFS apresenta situações bastante inadequadas neste item, sendo identificados pontos de deságue da água da chuva entupidos (Figura 6c). No entanto, possui uma rede pluvial diferenciada da de esgoto, e a rede pluvial encaminha a água em direção a bacia hidrográfica local. Em relação as vias externas do *campus*, após inspeção visual foi constatado que elas são todas pavimentadas, no entanto variam quanto ao seu revestimento, ora com trechos com cobertura asfáltica ora sem essa cobertura, sendo então construídas com pedras do tipo paralelepípedo (Figura 7). Em relação as vias asfaltadas, foi observado um início de recapeamento e pontos de ondulações que facilitariam, em princípio, a formação de alagamentos.

Figura 6 – Desaguadouro: em via não asfaltada (a), em via asfaltada (b). Desaguadouro entupido (c)



Fonte: Autora, 2016.

Figura 7 - Trecho com interseção de vias asfaltadas e não asfaltadas



Fonte: Autora, 2016.

A Figura 8 apresenta algumas fotos feitas em locais distintos do *campus* de modo a expressar a situação geral das vias e a presença de focos iniciais de alagamentos após um período de chuva.

Figura 8 – Rua pavimentada com paralelepípedo (a) e rua asfaltada com necessidade de recapeamento (b)



Fonte: Autora, 2016.

Em relação a condição de drenagem das vias foi possível observar que o *campus* possui alguns pontos alagados, considerados de baixo e médio impacto, pois acumulam uma quantidade de água empoçada que embora de pouca profundidade são persistentes.

A Figura 9 fornece uma ideia da situação de alagamento que o *campus* sofre em períodos de chuva de intensidade moderada a forte e identifica um ponto frequente de acúmulo de água (Figura 9d). Por outro lado, não foram constatados durante o período do estudo ou encontrado relato de inundações.

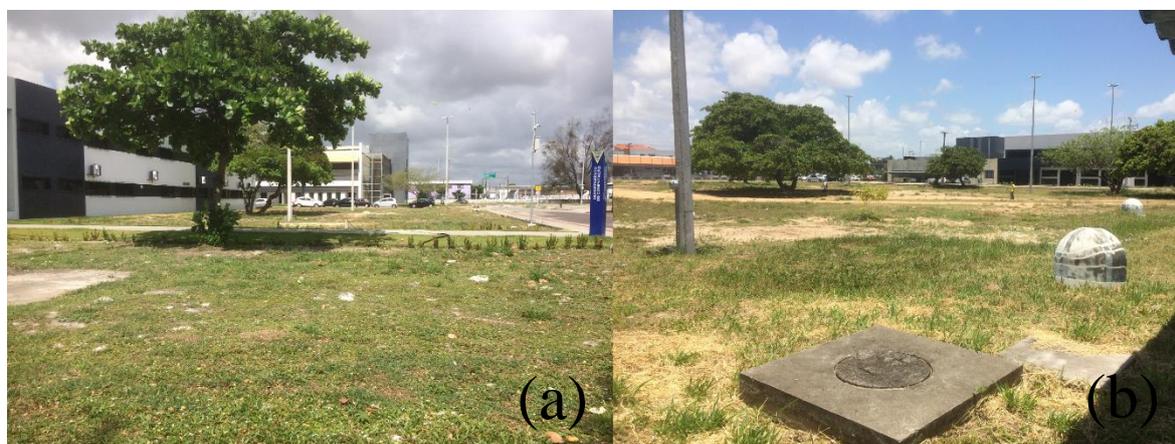
Outro fator de grande importância para a drenagem é a existência de áreas verdes. A cidade universitária da UFS conta com grandes áreas verdes localizadas em locais de grande movimentação da população acadêmica (Figura 10), sendo considerado um ponto positivo de modo que ajudaria na drenagem natural em épocas de chuva.

Figura 9 – Alagamento próximo a faixa de pedestre elevada (a) e (b), Área empoçada próxima a sarjeta (c) e Área empoçada no meio do estacionamento (d)



Fonte: Autora, 2016.

Figura 10 – Áreas Verdes: Entrada da Vivência (a) e Local próximo das Didáticas (b)



Fonte: Autora, 2016.

O valor de subindicador de drenagem urbana ( $I_{DU}$ ) determinado foi baixo, as pontuações atribuídas aos subindicadores de terceiro e segundo nível podem ser vistos na Tabela 16. Os valores baixos se devem a presença clara de pontos de alagamentos nas áreas com e sem pavimentação, fazendo com que a pontuação dada para esses subindicadores fosse 0 (zero), a mínima possível. Vale ressaltar que o *campus* possui uma área grande, e nem todas as áreas com pavimentação sofrem alagamentos, porém foi considerado que as áreas que sofrem são as áreas de maior transição de pessoas, fazendo com que seja de forte influência no bem-estar da população.

Pode-se dizer que a drenagem urbana não foi totalmente comprometida por conta da existência de muitas áreas verdes que drenam naturalmente a região.

Tabela 16 – Valores obtidos para subindicadores de segundo e terceiro nível de esgotamento sanitário

<b>Subindicador</b>	<b>Valor</b>
Áreas De Drenagem Com Pavimentação ( $I_{CPAV}$ )	0,0
Áreas De Drenagem Sem Pavimentação ( $I_{SPAV}$ )	0,0
Áreas Verdes ( $I_{AV}$ )	1,0
<b>Drenagem Urbana (<math>I_{DU}</math>)</b>	<b>0,25</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

Assim, o valor de 0,25 foi calculado para o  $I_{DU}$  pela Equação 6 após aplicação dos valores atribuídos aos respectivos subindicadores específicos. Este valor foi considerado insalubre, embora esteja no limite da faixa de pontuação de um ambiente de Baixa Salubridade, entre 0,26 – 0,50.

Como recomendação de melhoria deste subindicador sugerem-se: obras de infraestrutura direcionadas para adequação do pavimento uniformizando-o em relação a manta asfáltica e obras de manutenção de forma a deixá-lo sem ondulações e com caimento correto para os pontos de recebimento de água pluvial.

## 6.5 Controle de Vetores

Por conta da cidade universitária da UFS estar localizada em uma zona mais afastada dos grandes centros urbanos, é mais fácil encontrar insetos e animais de pequeno porte dentro da sua área. Tais seres vivos as vezes podem ser responsáveis pelo aparecimento de doenças ou outros males ao ser humano. Os vetores mais comuns que afetam negativamente o homem e são normalmente associados a um ambiente insalubre são as moscas, as baratas e os ratos. A presença de mosquitos também é um inconveniente que pode levar ao surgimento de doenças, como a dengue, malária, a febre Chicungunha e Zika.

Para atribuição dos valores do subindicador de controle de vetores (Icv), realizou-se um questionário eletrônico dirigido à população acadêmica do *campus* de modo a avaliar a presença destes vetores conforme a percepção dos envolvidos. Um total de 192 pessoas respondeu à entrevista de maneira simples com perguntas diretas do tipo VIRAM ou NÃO VIRAM determinado transmissor pelo menos uma vez no *campus*. A Tabela 17 apresenta os resultados da aplicação do questionário e a pontuação atribuída em função das respostas obtidas.

Tabela 17– Valores obtidos em questionário eletrônico dirigido sobre a presença de vetores na UFS

Vetores	Respostas	Porcentagem	Pontuação	Média
Mosquito	Sim	99,5	0,0005	0,30
	Não	0,05		
Mosca	Sim	88,0	0,120	
	Não	12,0		
Barata	Sim	64,1	0,359	
	Não	35,9		
Rato	Sim	26,6	0,734	
	Não	73,4		

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

As pontuações foram atribuídas por meio de interpolação com base nas respostas dadas pela população entrevistada e também com os critérios apresentados na Tabela 11. A maior percepção da presença de um vetor foi o mosquito, com quase 100% dos entrevistados afirmando tê-los vistos no *campus*. E o de menor relevância foi o rato, com mais da metade dos entrevistados afirmando nunca o ter visto no *campus*.

A partir da atribuição da pontuação dos subindicadores específicos, calculou-se a média sendo o valor do Icv igual a 0,30. Este valor é considerado como de um ambiente de

Baixa Salubridade no que se refere ao controle de vetores, demonstrando que o *campus* necessita de ações de combate a esses transmissores avaliados.

Como recomendações para melhoria deste subindicador estão combates direto aos insetos, identificação e eliminação dos criadouros e mobilizações da comunidade acadêmica para participar de tais ações. O uso de condicionadores do tipo estanque para acomodar os resíduos sólidos orgânicos evitaria a atração de ratos, baratas e moscas, vale destacar que o foco de maior aparecimento destes vetores é proveniente do restaurante Universitário (RESUN) que se encontra localizado dentro da área de estudo.

## 6.6 Indicador de Salubridade Ambiental para o *campus* UFS São Cristóvão (ISA-UFS)

Após a determinação dos resultados provenientes dos subindicadores individuais foi possível calcular o resultado final para o ISA-UFS com auxílio da Equação 2 e da Tabela 2 para uma melhor comparação dos resultados, como pode ser visto na Tabela 18.

Tabela 18– Valores dos subindicadores e do indicador de salubridade ambiental

<b>Subindicador</b>	<b>Valor</b>
Abastecimento de Água (I <sub>AB</sub> )	0,73 (Média Salubridade)
Esgotamento Sanitário a (I <sub>ES</sub> )	1,0 (Salubre)
Resíduos Sólidos (I <sub>RS</sub> )	0,76 (Salubre)
Drenagem Urbana (I <sub>DU</sub> )	0,25 (Insalubre)
Controle de Vetores (I <sub>CV</sub> )	0,30 (Baixa Salubridade)
<b>Salubridade Ambiental (ISA)</b>	<b>0,66 (Média Salubridade)</b>

Fonte: Elaborado pela autora, 2016

Assim, os subindicadores específicos analisados para o *campus* obtiveram resultados bem distintos em relação ao resultado de salubridade, indo desde Insalubre até Salubre. No entanto, considera-se que, de uma forma geral, a cidade Universitária não está em situação fora da normalidade, podendo melhorar significativamente com implementações simples. O resultado final obtido para o ISA-UFS o coloca em uma situação de Média Salubridade, no entanto com forte potencial, após realização de poucas melhorias, para estar na faixa considerada Salubre.

## 7 CONCLUSÃO

O presente estudo após adaptação e implementação do indicador de salubridade conseguiu avaliar as condições atuais dos serviços de saneamento ambiental e estrutural da cidade universitária Prof. José Aloísio de Campos. Os resultados demonstraram que a área de estudo possui uma situação confortável no ISA-UFS. Foi possível também apontar recomendações para melhorias dos subindicadores  $I_{AB}$ ,  $I_{RS}$ ,  $I_{DU}$  e  $I_{CV}$ . A melhor condição avaliada foi para o serviço de esgotamento sanitário, que obteve a pontuação máxima. Porém para uma melhor exatidão das condições reais da ETE seria necessário a criação de um novo subindicador de terceiro nível para aferir a qualidade do esgoto tratado. A pior condição foi a de drenagem urbana. Apesar dos problemas apresentados, a UFS possui uma salubridade média, necessitando de uma maior atenção quanto a drenagem urbana e controle de vetores. Quanto aos vetores pode-se ver que a população universitária está bem atenta quanto a sua presença e seus malefícios. É importante mencionar que alguns problemas de um determinado serviço são decorrentes de problemas de outros serviços, como por exemplo, os pontos de alagamentos podem ser ocasionados por conta da falta de varrição diária das áreas externas, fazendo com que as folhas ou alguns resíduos fiquem acumulados causando o entupimento das sarjetas ou impedindo a fluidez das águas, podendo ser também estes acúmulos de águas criadouros de mosquitos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, A. K. **Introdução à Gestão Habitacional**. São Paulo: EPUSP, 1995. 35 p. (Série Texto Técnico, TT/PCC/12).

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas, NBR 9648: **Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário Procedimento**, Rio de Janeiro, 1986.

ALMEIDA, M. A. P. **Indicadores de Salubridade Ambiental em Favelas Urbanizadas: O Caso de Favelas em Áreas de Proteção Ambiental**. 1999. 243 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999.

**ANUÁRIO ESTATÍSTICO DA UFS: 2013 – 2015**. Universidade Federal de Sergipe: COPAC/PROPLAN. São Cristóvão, p.171, 2016.

BARROS, R. T. de V. *et all.* **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**. Belo Horizonte, MG: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. **O Modelo ISA/JP – Indicador de Performance para Diagnóstico do Saneamento Ambiental Urbano**. Engenharia Sanitária Ambiental, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 55-64, 2006.

BESEN, G. R.; JACOBI, P. R. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 25 n. 71, p. 135-158, 2011.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria n.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011**. Dispõe sobre normas de potabilidade de água para o consumo humano. Brasília, 2011a.

BRASIL. Lei Nacional Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Congresso Nacional**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em 22 de outubro de 2016b.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Portal da Legislação**, Brasília, jan. 2007. Disponível em:

<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm)>. Acesso em: 22 out. 2016c.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Portal da Legislação**, Brasília, jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 22 out. 2016d.

CARLOS, E. **Saneamento: duas décadas de atraso**. Instituto Trata Brasil, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-duas-decadas-de-atraso>>. Acesso em: 22 de outubro de 2016.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 21 de outubro de 2016a.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Alterado pela Resolução CONAMA 397/2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 21 de outubro de 2016b.

CVJETANOVIC, B., 1986. **Health effects and impact of water supply and sanitation**. World Health Statistics Quarterly v. 39, p. 105-117.

DIAS, M. C. **Índice de Salubridade Ambiental em Áreas de Ocupação Espontânea: Estudo em Salvador, Bahia**. 2003. 171 f. Tese (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2003.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Orientações Básicas para Drenagem Urbana**. Belo Horizonte, 32p, 2006.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social.** Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1503-1510, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm#sub\\_pesquisas](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm#sub_pesquisas)>. Acesso em: 22 de outubro de 2016.

INGOUILLE, M.; PINTO, M. A. C.; VITAL, M. H. F. **Estimativa de investimentos em aterros sanitários para atendimento de metas estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos entre 2015 e 2019.** BNDES - O banco nacional do desenvolvimento, Biblioteca Digital, 2014.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Ranking do Saneamento 2015: Avanço tímido do saneamento básico nas maiores cidades compromete universalização em duas décadas.** São Paulo, 2015a. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento-no-brasil>>. Acesso em: 22 de outubro de 2016.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Situação Saneamento no Brasil.** São Paulo, 2015b. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2015>>. Acesso em: 22 de outubro de 2016.

LEVATI, M. **Aplicação do Indicador de Salubridade Ambiental (ISA) para Áreas Urbanas. Estudo de Caso: Município de Criciúma-SC.** 2009. 157 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009

RIBEIRO, J. W. e ROOKE, J. M. S. **Saneamento Básico e sua Relação com o meio Ambiente e a Saúde Pública** – Universidade Federal de juiz de Fora, Juiz de Fora, 2010

SANTOS, F. F. S.; DALTRO FILHO, J. **Adaptação do Indicador de Salubridade Ambiental (Isa) para Análise do Saneamento Básico na Cidade de Brejo Grande/SE.** 2016. 161 f. Tese (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2016.

SÃO PAULO. Lei Estadual N° 7.750, de 31 de março de 1992. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento, e dá outras providências. **Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo.**

Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1992/lei-7750-31.03.1992.html>>. Acesso em 22 de setembro de 2016.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos – 2014**. Brasília, p.154,2016.

SOARES, S. R. A.; BERNARDES, R. S.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento**. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.18, n.6, p.1713-1724, 2002. <[Http://www.scielo.br/pdf/csp/v18n6/13268.pdf](http://www.scielo.br/pdf/csp/v18n6/13268.pdf)>. Acesso em 23 de outubro de 2016.

UFS – Universidade Federal de Sergipe. **História**. São Cristóvão, 2015a. Disponível em: <<http://45anos.ufs.br/pagina/10152>>. Acesso em: 01 de novembro de 2016.

UFS – Universidade Federal de Sergipe. **Novo sistema atenderá às necessidades do campus de São Cristóvão previstas para os próximos 20 anos**. São Cristóvão, 2015b. Disponível em: <<http://www.ufs.br/conteudo/17566-novo-sistema-atender---s-neces>>. Acesso em: 01 de novembro de 2016.

**UFS EM NÚMEROS: 2015-2016**. Universidade Federal de Sergipe. – São Cristóvão: Editora UFS, p.32, 2016.

# APÊNDICE

## Apêndice A – Modelo do Questionário Eletrônico Dirigido

## Pesquisa para um estudo de saneamento da UFS

\*Obrigatório

Você já presenciou a falta de água na UFS? \*

- Sim
- Não

Você já viu mosquito na UFS? \*

- Sim
- Não

Você já viu mosca na UFS? \*

- Sim
- Não

Você já viu barata na UFS? \*

- Sim
- Não

Você já viu rato na UFS? \*

- Sim
- Não

ENVIAR

## Apêndice B – Resultados do Questionário Eletrônico Dirigido

# 192 respostas

[Visualizar todas as respostas](#) [Publicar análise](#)

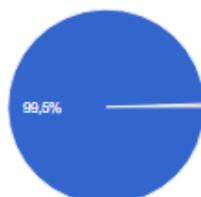
## Resumo

Você já presenciou a falta de água na UFS?



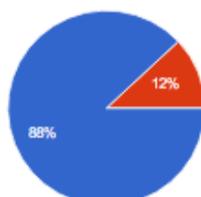
Sim	144	75%
Não	48	25%

Você já viu mosquito na UFS?



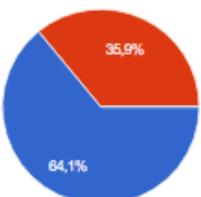
Sim	191	99.5%
Não	1	0.5%

Você já viu mosca na UFS?



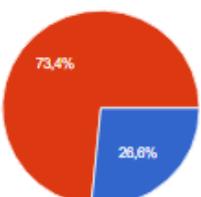
Sim	169	88%
Não	23	12%

Você já viu barata na UFS?



Sim	123	64.1%
Não	69	35.9%

Você já viu rato na UFS?



Sim	51	26.6%
Não	141	73.4%