CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA DO TOCANTINS

JUFSON ARAUJO SILVA

WEMERSON DE OLIVEIRA SOUSA

INFLUÊNCIA DAS ÁGUAS PARASITÁRIAS NO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, NA REGIÃO SUL DE PALMAS - TO

PALMAS

2021

CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICA DO TOCANTINS

JUFSON ARAUJO SILVA

WEMERSON DE OLIVEIRA SOUSA

INFLUÊNCIA DAS ÁGUAS PARASITÁRIAS NO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, NA REGIÃO SUL DE PALMAS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Católica do Tocantins como requisito à obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Sebastião Nolêto Júnior

PALMAS

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

JUFSON ARAUJO SILVA
WEMERSON DE OLIVEIRA SOUSA

INFLUÊNCIA DAS ÁGUAS PARASITÁRIAS NO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO, NA REGIÃO SUL DE PALMAS

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, pelo Centro Universitário Católica do Tocantins, pela seguinte banca examinadora:

_____

Prof. Msc. Sebastião Nolêto Júnior
Orientador TCC II

_____

Prof. Msc. Lidiane Batista de Morais
Convidada

_____

Eng. Ambiental Ricardo Mateus de Lima
Convidado

Palmas, dezembro de 2021.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, por nos conduzir da melhor maneira possível, a superar os desafios e obstáculos enfrentados durante todo o curso, pela sua compaixão, amor e carinho.

Aos nossos pais, pelo esforço e ensinamentos de vida que nos proporcionaram a chegar onde estamos hoje, sempre nos apoiando nas dificuldades que a vida nos impôs, e principalmente pelos momentos de felicidades.

Aos nossos amigos de curso, em especial os acadêmicos, Alicia Silvestre Gabino, Flávio Humberto e Kamilla Tavares da Costa. Que estiveram conosco em todos os momentos, contribuindo para o nosso desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional. Pelo compartilhamento de ideias, filosofias, convicções, posturas e pontos de vista durante toda a jornada acadêmica.

Aos nossos professores, por todos os ensinamentos e direcionamentos ao longo de todo o curso, nos instruindo a sermos sempre pessoas melhores naquilo que buscamos profissionalmente e bem como pessoalmente. E em especial queremos agradecer aos professores orientadores Sebastião Nolêto Junior e Rafael Augusto dos Anjos Rosa, pela dedicação, empenho, compreensão e amizade.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar por meio de análise de precipitações e estudo de vazões, a influência das águas parasitárias no Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) de Palmas – TO, causado por falta de manejo das águas pluviais. tendo enfoque de estudo a zona de influência localizada na Região Sul de Palmas – TO que engloba os setores Aureny III, Bela Vista, Belo Horizonte, Jardim Irenilda, Jardim Vitória, Lago Sul, Morada do Sol 01, Morada do Sol 02, Morada do Sol 03, Santa Bárbara Setor Sul, Sol Nascente e Taquari. Esta área foi selecionada por fazer parte da bacia hidrossanitária da EEEb Final 019 e ser a principal estação de bombeamento antecessora à ETE Aureny, objeto de estudo, que contempla o total de 13.138 ligações domiciliares de esgoto, e 211,44km de redes dentre redes coletoras, coletores tronco e linhas de recalque. A metodologia da pesquisa, buscou consolidar a construção e o gerenciamento de um banco de dados do cadastro técnicos das redes de esgoto e de drenagem urbana, correlacionando-as de acordo com o modelo topográfico do terreno, para fins de verificação do nível e vazão de entrada da Estação Elevatória de Esgoto Bruto Final - 019 (EEEb) e Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Aureny. A partir da coleta e análise de dados das redes de drenagem, redes de esgoto e informações pluviométricos da região em estudo, constatou-se que a influência das águas pluviais nas redes de esgoto se dá pela ausência e/ou deficiência das redes de drenagem pluvial. Concluiu-se que 95% da região de estudo é atendida por redes coletoras de esgoto e que da mesma região somente 37% da área é atendida por redes de drenagem pluvial, fator que influencia negativamente no sistema de esgotamento sanitário podendo ocasionar, dentre outros problemas, o transbordamento de Poços de Visita, diminuição da eficiência do tratamento biológico ocasionado pela diluição do esgoto e mal-estar para população devido ao odor.

Palavras-chave: Redes de Esgoto; Redes de Drenagem; Águas Pluviais, Águas Parasitárias.

ABSTRACT

The present work has as its theme evaluation through the analysis of precipitation and the study of flows, impact of parasitic waters in the Sanitary Sewage System (SES) sent due to lack of rainwater management.

Focusing the study on the influence zone located in the South Region of Palmas - TO which includes the sectors Aureny III, Bela Vista, Belo Horizonte, Jardim Irenilda, Jardim Vitória, Lago Sul, Morada do Sol 01, Morada do Sol 02, Morada do Sol 03, Santa Bárbara Sector South, Sol Nascente and Taquari. This area was selected because it is part of the EEEb Final 019 hydrosanitary basin and is the main pumping station before the ETE Aureny, object of study, which includes a total of 13,138 household sewage connections, and 211.44km of networks among collecting networks , trunk collectors and discharge lines.

The research procedure method seeks to consolidate the construction and management of a database of technical records of sewage and urban drainage networks, correlating them according to the topographic model of the land, for the purpose of checking the level and inflow of the Final Gross Sewage Elevation Plant - 019 (EEEb) and Aureny Sewage Treatment Plant (SAP).

From the collection and analysis of data from drainage networks, sewage networks and rainfall information in the region under study, it was found that the influence of rainwater in sewage networks is due to the absence and/or deficiency of storm drainage networks .

Keywords: Sewage Networks; Drainage networks; Stormwater.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cadastros setoriais _____ 13
Figura 2 - Cadastro técnico de redes coletoras de esgoto _____ 14
Figura 3 - Região Sul de Palmas _____ 24
Figura 4 - pontos de análises pluviométrica _____ 28
Figura 5 - Área de estudo _____ 29
Figura 6 - Cadastros da rede de drenagem da região Sul de Palmas _____ 30
Figura 7 - Topografia da área em estudo _____ 31
Figura 8 - Operação EEEb 019 Final 1° Evento _____ 32
Figura 9 - Operação EEEb x Q Montante x Q Jusante _____ 33
Figura 10 - Operação EEEb 019 Final 2° Evento _____ 33
Figura 11 - Operação da EEEb x Q Montante x Q Jusante _____ 34
Figura 12 - Operação EEEb 019 Final 3° Evento _____ 35
Figura 13 - Volume total de entrada e Vazão máxima do dia _____ 36
Figura 14 - Volume total de entrada e Vazão máxima do dia _____ 37
Figura 15 - Operação EEEb 019 Final 3º Evento _____ 38
Figura 16 - Volume total de entrada e Vazão máxima do dia _____ 39
Figura 17 - Volume total de entrada e Vazão máxima do dia _____ 40
Figura 18 - Dados pluviométricos da área em estudo _____ 41
Figura 19 - Dados pluviométricos da área em estudo _____ 42
Figura 20 - Influencia das águas pluviais nas redes de esgoto _____ 43
Figura 21 - Influencia das águas pluviais nas redes de esgoto _____ 44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EEEb	Estação Elevatória de Esgoto
RCEs	Rede Coletora de Esgoto
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
PCDs	Plataforma de Coleta de Dados Pluviométricos
INMTE	Instituto Nacional de Meteorologia
ISNIS	Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 7

2 OBJETIVOS 10

2.1 Objetivo geral 10

2.2 Objetivos específicos 10

3 REFERENCIAL TEÓRICO 11

3.1 Conceitos de cadastro 11

3.2 Sobrecarga na RCE devido às infiltrações de precipitações 14

3.3 Especificações do Sistema de Esgotamento Sanitário 15

3.4 Leis inclusivas 18

3.5 Sistema de Drenagem Pluvial 18

3.6 Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEb 19

3.7 Impactos ambientais decorrentes de extravasamentos 20

4 METODOLOGIA 22

4.1 Tipo de Pesquisa 22

4.2 Área de Estudo 23

4.3 Construção do banco de dados 24

4.3.1 Cadastro de Redes de Esgoto 25

4.3.2 Cadastro de Redes de Drenagem Urbana 25

4.3.3 Modelo Topográfico do Terreno 26

4.4 Verificação de nível e vazão de entrada da EEEb e ETE 26

4.5 Coleta e análise de dados pluviométricos 27

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES 29

5.1 Cadastro Técnico de Redes de Saneamento 29

5.2 Modelo Topográfico do Terreno 30

5.3 Verificação de nível e vazão de entrada da EEEb e ETE 31

5.4 Coleta e análise de dados pluviométricos 41

6 CONCLUSÃO 45

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

1 INTRODUÇÃO

Saneamento básico e saúde pública evidentemente mostram uma relação bem próxima entre si, dentro do contexto que um tema depende necessariamente do outro para o desenvolvimento de todo o meio.

Dentro da Constituição Brasileira, artigo 6º no parágrafo II, determina os direitos sociais previstos para todos os brasileiros ou pessoas de outros países que moram no Brasil, os quais destacam-se o direito à saúde e à moradia. Ainda na Carta Magna, em seu artigo 225, existe a previsão do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum e essencial à sadia qualidade de vida. Diante o exposto, de forma clara, o saneamento básico não deve ser considerado simplesmente como uma prestação de serviço público, mas sim como um regime público essencial para a materialização aos direitos das pessoas.

Com isso, o conceito de saúde é evidenciado pela OMS (2004) como estado de bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade, logo, o conceito de saneamento básico é o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito nocivo sobre o seu bem-estar físico, mental ou social.

É perceptível que a realidade do nosso país em relação aos números do saneamento básico, especialmente quando se fala de esgotamento sanitário, é insatisfatório, pois segundo os dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNIS 2019), apenas 52,36% da população brasileira têm acesso à coleta de esgoto sendo que apenas 46% do que é coletado é tratado, concluindo que 54% do que é coletado é depositado em local sem nenhum tratamento de antecedentes.

Contudo, a implantação do tratamento de esgoto, que inclui os processos de coleta, transporte, tratamento e disposição final do efluente tratado, depende de investimentos a curto, médio e longo prazo em toda a infraestrutura urbana. De acordo com o cenário atual, no último ano, essa política pública manteve-se em foco devido à aprovação do Marco Legal do Saneamento Básico proposto pelo Ministério das Cidades (2020) que estabelece, para um horizonte nos próximos 30 anos, a universalização dos serviços de saneamento básico. Vários leilões já ocorreram em 2021, os quais deram início a este projeto, como a venda da Concessão da região

metropolitana de Maceió, Mato Grosso e também grande parte da CEDAE no Rio de Janeiro.

Dentro do universo Saneamento Básico, existem vários problemas, além da inexistência dos serviços pelo Brasil. Nos lugares onde existem a coleta e o tratamento de esgoto, que pelo menos de forma parcial, encontramos o problema ocasionado pela sobrecarga de precipitações nas Redes Coletoras de Esgoto ("RCEs"), que como consequência surgem os extravasamentos de esgoto caracterizando, dependendo do seu nível, eventos e crimes ambientais.

No Brasil, os sistemas públicos de esgotos são projetados considerando-se o sistema separador absoluto e acesso à rede coletora os seguintes tipos de líquidos residuários:

- esgoto doméstico;
- águas de infiltração;
- resíduos líquidos industriais.

A contribuição de esgotos depende normalmente do abastecimento de água, havendo, portanto, nítida correlação entre o consumo de água e a contribuição para a rede de esgotos (TSUTIYA E BUENO, 2005).

Tradicionalmente em nosso país utiliza-se o consumo per capita usado para projetos de sistemas de abastecimento de água, para se projetar o sistema de esgotos. O consumo per capita é um parâmetro extremamente variável entre diferentes localidades dependendo de diversos fatores, dentre os quais destacam-se: os hábitos higiênicos e culturais da comunidade; a quantidade de micromedição do sistema de abastecimento; as instalações e equipamentos hidráulico-sanitários dos imóveis; os controles exercidos sobre o consumo; o valor da tarifa e a existência ou não de subsídios sociais ou políticos; a abundância ou escassez de mananciais; a intermitência ou regularidade de abastecimento; a temperatura média da região; a renda familiar; a disponibilidade de equipamentos domésticos que utilizam água em quantidade apreciável; os índices de industrialização; a intensidade e tipo da atividade comercial, entre outros. A contribuição per capita de esgoto é o consumo de água efetivo per capita multiplicado pelo coeficiente de retorno (SOBRINHO e TSUTIYA, 2011).

Embora as redes coletoras já sofram a ação das contribuições de vazões parasitárias, já definidas como a contribuição pluvial indevida na rede de esgoto, a

NBR 9649 de1986 da ABNT recomenda que apenas a infiltração seja considerada na elaboração dos projetos hidráulico sanitários das redes coletoras de esgotos.

Em suma, as águas pluviais não deveriam chegar aos coletores de sistemas separador absoluto, mas, na realidade, sempre chegam, não somente devido aos defeitos das instalações, mas devido às ligações clandestinas e as infiltrações ao longo de todo o sistema.

A partir de tais cenários, o presente trabalho avaliou por meio de análise de precipitações e estudo de vazões, a influência das águas parasitárias no Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) causado por falta de manejo das águas pluviais, utilizando dados pluviométricos e dados de vazão à montante e a jusante da Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEB Final 019, na região Sul de Palmas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a influência das águas parasitárias no Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) da região Sul de Palmas.

2.2 Objetivos específicos

- Consolidar banco de dados do cadastro técnico das Redes Coletoras de Esgoto (RCEs), redes de drenagem existentes e modelo topográfico do terreno;
- Identificar e representar graficamente as precipitações interferindo no Sistema de Esgotamento Sanitário, associadas com 04 eventos pontuais na referida estação de bombeamento;
- Verificar nível e vazão de entrada do poço de sucção da EEEb Final 019 bem como na ETE que sucede essa estação elevatória.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conceitos de cadastro

Para que exista gestão eficiente e para todas as tomadas de decisão, quando falamos de saneamento básico, deve existir obrigatoriamente uma infraestrutura de dados que embase todas as necessidades, sejam elas políticas, financeiras e/ou humanitárias.

Nas visões atuais do cadastro, as definições de Henssen no Seminário celebrado em Delft (Holanda) no ano 1995, deram a base para os trabalhos posteriores que originaram como resultante ao “CADASTRO (2014), uma visão para um sistema Cadastral Futuro”. A definição que os acadêmicos fazem sobre o Cadastro afirma que, “Cadastro é um inventário metodicamente ordenado de dados sobre as propriedades de um país ou distrito, baseado na medição de seus limites. As propriedades são sistematicamente identificadas por meio de alguma designação distintiva. Os limites da propriedade e o identificador da parcela se indicam normalmente em mapas a escala grande, que junto com outros registros, podem mostrar para cada propriedade distinta, a natureza, o tamanho, o valor, e os direitos legais associados com a parcela” (KAUFMANN, et al., 1998).

O cadastro moderno é um sistema de base de dados integrados, que contém informação sobre registros da terra e propriedades, características físicas, modelos econométricos de avaliação da propriedade, zoneamento, sistemas de informação geográfica, transportes, dados ambientais, socioeconômicos e demográficos. Estes cadastros representam uma ferramenta de planejamento integral podendo ser usado a nível local, regional e nacional para abordar questões como desenvolvimento econômico, de crescimento, erradicação da pobreza, políticas de terras e o desenvolvimento sustentável da comunidade (MARTÍN, et al, ERBA, 2004).

Uma definição geral do cadastro exposta por Williamson (1983) afirma que o Cadastro é um completo e atualizado inventário oficial das parcelas territoriais de um determinado país, estado ou jurisdição, baseado no levantamento dos seus limites. Que contém informações sobre as titularidades das parcelas, valor do imóvel, localização, superfície, uso de solo da parcela, como também o referido às construções existentes. Acrescentando que a parcela é unidade básica do cadastro legal.

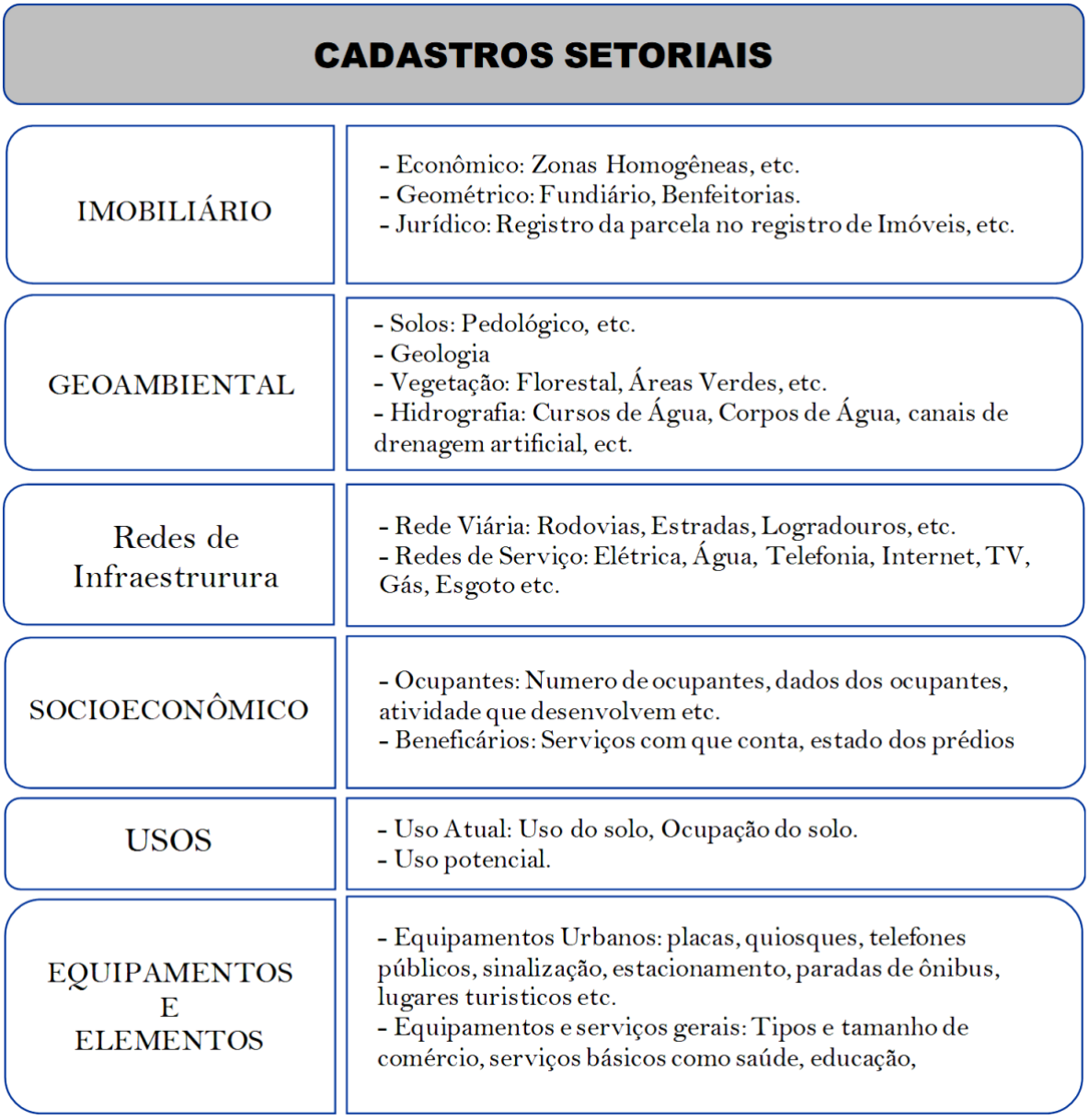
De acordo com SILVA & VIEIRA (1996), o Cadastro técnico compreende um conjunto integrado de subsistemas, compatibilizados sobre uma base cartográfica homogênea. Em outras palavras, cadastro técnico é um misto de registros que possuem informações confrontáveis, por exemplo: cadastro imobiliário, cadastro de infraestrutura, cadastro de equipamentos e serviços urbanos.

O cadastro técnico assim definido é conhecido por profissionais da área como cadastro técnico multifinalitário ou cadastro técnico multifuncional. Para PHILIPS (1996), trata-se de um sistema de banco de dados distribuídos (suplementos multifinalitários ou multifuncionais), com um núcleo que é cadastro básico de bens imobiliários ou base cadastral sendo que a base cadastral compõe-se de:

- **Carta de cadastro imobiliário:** A base gráfica que representa a situação geométrica de uma propriedade (lote ou parcela) com edificações, se houver, em relação a outras propriedades, em forma de planta cadastral em escala adequada;
- **Base métrica:** O registro do levantamento técnico em forma de medições, cálculos, listas de coordenadas, arquivos dos croquis de levantamento cadastral, demarcação parcelar, amarrado à rede de referência cadastral municipal;
- **Registro de parcelas:** Registro público das parcelas e lotes com os atributos mais importantes;
- **Proprietários e direitos:** Registro legal de proprietários e obrigações do registro geral do imóvel.

Existe uma gama de Cadastros que alimentam o Cadastro Multifinalitário, começando pelos três cadastros tradicionais, econômico, geométrico e jurídico, que compõem o denominado cadastro imobiliário. Na Figura 1 se ordenou os cadastros setoriais e seus subconjuntos em grupos de acordo a particularidade que aborda, a existência de mais cadastros dependerá das particularidades do município, estado ou país onde se pretenda implantar.

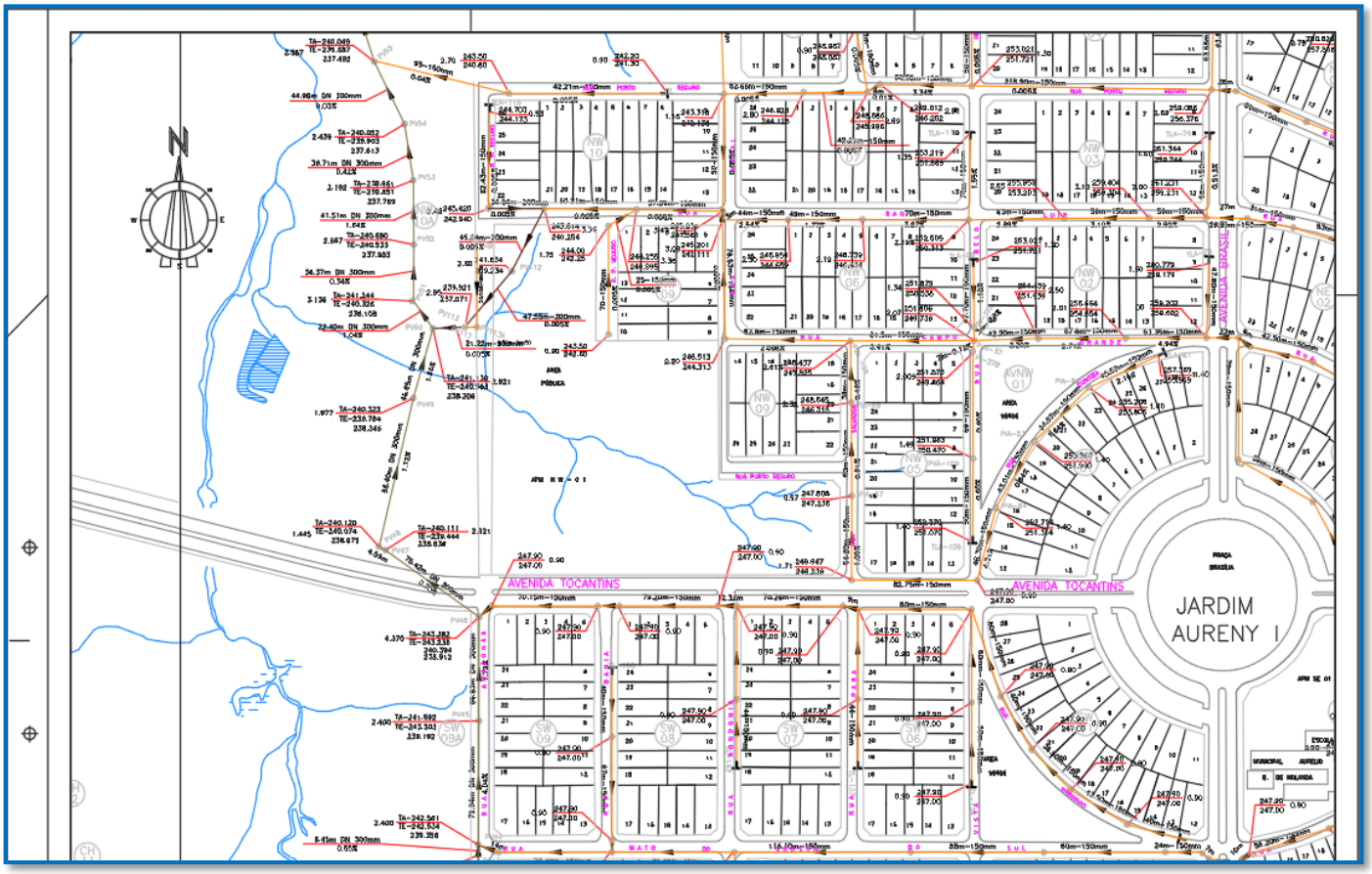
Figura 1 - Cadastros setoriais



Fonte: Adaptação de Loch e Erba (2007).

Na Figura 2, um modelo de cadastro técnico de redes coletoras de esgoto utilizado pela concessionária de água e esgoto da cidade de Palmas, o qual faz parte do banco de dados da Prefeitura Municipal de Palmas.

Figura 2 - Cadastro técnico de redes coletoras de esgoto



Fonte: Prefeitura Municipal de Palmas, Sec. de Infraestrutura e Serviços Públicos (2021).

3.2 Sobrecarga na RCE devido às infiltrações de precipitações.

O Brasil, desde 1912, utiliza o sistema separador absoluto como modelo ideal para dimensionamento das estações de tratamento de esgoto. Com a independência entre as tubulações para as diferentes águas de serviço, este sistema não considera o lançamento das águas de chuva no dimensionamento das redes. Entretanto, mesmo que as águas pluviais não devessem chegar às redes de sistemas separadores absolutos, por vezes estão presentes, refletindo diretamente no aumento das vazões nas redes e estações de tratamento, devido à fatores como: defeitos nas instalações, ligações clandestinas e falta de fiscalização (AZEVEDO NETTO, 1979; AZEVEDO NETTO ET AL., 1998). Dessa forma tem-se que, embora dimensionados para um sistema separador absoluto, os sistemas brasileiros atuam, na realidade, no regime parcialmente combinado, o que gera refluxos, sobrecarga nas estações elevatórias e prejudicam o funcionamento das estações de tratamento (TSUTIYA E BUENO, 2004; FESTI, 2005).

Os danos no tratamento causado pelo lançamento de água de chuva na rede coletora de esgoto trazem problemas na infraestrutura de rede sanitária e nas esferas ambientais e de saúde pública. Esse prejuízo pode ser traduzido no desgaste de forma antecipada dos componentes do sistema e no seu colapso devido à sobrecarga ao qual fica submetido. São esses os distúrbios responsáveis pelos extravasamentos e a consequente redução da eficiência no tratamento, caracterizada por um lançamento do efluente excedente da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE) e Estação Elevatória de Esgoto Bruto (sem tratamento adequado no corpo receptor (PEREIRA ET AL., 2003; SILVA ET AL., 2009).

Para TUCCI (2001), a infiltração é a passagem de água para o interior do solo, com isso, é um processo que depende fundamentalmente da água disponível para infiltrar e do estado da superfície.

A infiltração das águas pluviais nas redes de esgoto é um fato encontrado em diversas localidades, e quando não é dedicado atenção ao assunto, provoca consideráveis vazões globais no sistema. Geralmente não vemos preocupação em se quantificar os valores de infiltração que ocorrem nas redes, assim, adotam-se estimativas fora da realidade.

Segundo FESTI (2005, pág.29) sobrecarga na rede de esgoto sanitário é toda aquela contribuição indevida que não foi prevista no dimensionamento do SES. Esta contribuição indevida pode ocorrer pela deficiência do sistema de drenagem urbana nas cidades e observa-se vários incidentes ambientais, denominados de extravasamentos de esgoto, e pico de altas vazões na eventualidade de chuvas significativas.

Em outras palavras podemos dizer que infiltração é toda a água que entra na RCE através das conexões, trincas em tubos, juntas e pelas tampas dos poços de visita. As águas parasitárias é um termo que foi usado por AZEVEDO NETTO (1998) e define as águas estranhas lançadas na rede de esgoto sanitário.

3.3 Especificações do Sistema de Esgotamento Sanitário

Conforme a norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), o sistema de esgotamento sanitário é um conjunto de condutos, instalações e equipamentos

destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, o esgoto sanitário, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro.

De acordo com NUVOLARI (2001, pág. 37), o esgoto sanitário origina-se do despejo de líquidos decorrente do uso de águas domésticas e industriais. Sendo o doméstico proveniente do uso de águas para higiene e necessidades fisiológicas humanas, e o industrial de processos industriais realizados. No sistema de coleta de esgoto também temos as águas de infiltração e as águas parasitárias, sendo a primeira toda água proveniente do subsolo que penetra no sistema separador adentrando nas canalizações, já a segunda são águas que infiltram na rede a partir do deflúvio superficial (águas provenientes das chuvas).

O esgoto doméstico é gerado por águas de abastecimento, logo sua medida resulta da quantidade de água consumida, sendo geralmente expressa pela "t*axa de consumo per capita*" de cada localidade. No Brasil é usual uma taxa per capita de 200 L/hab • dia, no entanto, em algumas cidades essa taxa chega a variar cerca de três a quatro vezes acima do usual, resultando em um esgoto mais diluído, já que a quantidade de esgoto produzido por pessoa é praticamente constante.

Já o industrial é quantificado de acordo com a (efluente), corrente de fluido da indústria, sendo medido de acordo com a atividade exercida pela indústria e a área em que está localizada, podendo a taxa per capita ser considerada a mesma do doméstico, quando ela se encontra em regiões de edificações mistas (residencial/industrial).

As águas de infiltração são águas que ocorrem por percolação no solo fragilizado escavado pela vala, escoando pela superfície externa do tubo até encontrar alguma falha no mesmo, permitindo sua penetração na rede. Enquanto as parasitárias infiltram diretamente nos tampões dos poços de visita ou em outras eventuais aberturas que possam surgir na rede, (NUVOLARI,2013).

O SES é composto por diferentes partes que são dependentes entre si para garantir a coleta, transporte e tratamento de forma eficiente. Diante disso, TSUTIYA e SOBRINHO (2011, p.6) relaciona as partes:

- Rede coletora: Conjunto de canalizações destinadas a receber e conduzir os esgotos dos edifícios; o sistema de esgoto predial se liga diretamente à rede coletora por uma tubulação chamada coletor predial;
- Interceptor: canalização que recebe coletores ao longo de seu comprimento, não recebendo ligações prediais diretas;

- Emissário: canalização destinada a conduzir os esgotos a um destino conveniente (estação de tratamento e/ou lançamento) sem receber contribuições em marcha;
- Corpo d'água receptor: corpo de água onde são lançados os esgotos;
- Estação elevatória: conjunto de instalações destinadas a transferir os esgotos de uma cota mais baixa para outra mais alta;
- Estação de tratamento: conjunto de instalações destinadas à depuração dos esgotos, antes de seu lançamento.

De acordo com SOBRINHO e TSUTIYA (2011, pág.3) o sistema de esgotamento sanitário é dividido em três conformações distintas:

- **Sistema de esgotamento unitário ou combinado**

É o qual as águas residuais (domésticas e industriais), águas de infiltração (águas do subsolo que infiltram nas tubulações e/ou em órgãos acessórios) e águas pluviais veiculam por um mesmo sistema.

- **Sistema de esgotamento separador parcial**

É uma parcela de água da chuva proveniente de telhados e edificações distintas, que são encaminhadas juntamente com as águas residuais e águas de infiltração do subsolo para um único sistema de coleta e transporte de esgoto.

- **Sistema separador absoluto**

No Brasil o sistema de tratamento de esgoto predominante é o separador absoluto, em que as águas residuais e as águas de infiltração, que o compõem, veiculam em um sistema independente, ou seja, composto pelo sistema de drenagem urbana e o sistema de esgotamento sanitário.

O sistema separador absoluto é prevalecente no país porque tem um custo menos elevado, pois ele emprega condutos mais baratos de fabricação industrial, sendo os mais utilizados, manilhas e tubos de PVC. Também oferece maior flexibilidade em sua execução, que é feita por etapas, priorizando as etapas da rede sanitária. Reduz consideravelmente os custos de afastamento das redes pluviais, pois ele permite o lançamento das águas nos cursos de água mais próximos sem prejudicar a depuração dos esgotos sanitários.

Como já mencionado neste trabalho, Palmas é contemplada pelo sistema separador absoluto, porém, pode ser que ao final deste estudo, poderemos afirmar que na região sul de Palmas o sistema separador absoluto não seja 100% presente.

3.4 Leis inclusivas

A lei N° 11.445 de 5 de janeiro de 2007 em seu artigo 3°, determina que a concepção de esgotamento sanitário seja instituída por atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequada de esgotos sanitários desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

Dos pontos importantes apontados pela lei, temos o artigo 45°, em que ele determina que toda construção permanente urbana em uso, situada em vias públicas beneficiadas de rede de tratamento de água e/ou esgotamento sanitário deverá interligar-se à rede pública.

3.5 Sistema de Drenagem Pluvial

São todas as superfícies e condutos urbanos responsáveis pela condução das águas pluviais até os corpos das águas (BINLEY, 1991).

DIAS e ANTUNES (2010) explana, que a drenagem pluvial é uma expressão utilizada para denominar o escoamento de águas em instalações hidráulicas (sarjeta, boca de lobo, poços de visita entre outros), empregadas em vias urbanas, rodovias e zonas rurais.

Por definição, os sistemas de drenagem compõem os quatro componentes do saneamento básico englobando os sistemas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos. A finalidade da drenagem urbana é prevenir as inundações, preservando a vida e o meio ambiente. FREIRE, et al, FERNANDES (2002) aponta os benefícios de um sistema de drenagem eficaz:

- Desenvolvimento do sistema viário;
- Redução de gastos com manutenção das vias públicas;
- valorização das propriedades existentes nas áreas beneficiadas;
- rebaixamento do lençol freático;
- Recuperação das áreas alagáveis ou alagadas;
- escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das precipitações;
- Segurança e conforto para a população habitante ou transeunte pela área de projeto.

O sistema de drenagem pluvial na engenharia civil é um fator muito importante que está ligado diretamente a qualidade de vida das pessoas, como já citado anteriormente, a ineficiência deste sistema afeta prontamente o SES provocando o extravasamento da rede coletora de esgoto.

3.6 Estação Elevatória de Esgoto Bruto - EEEb

Palmas apesar de ser considerada uma cidade plana, topograficamente falando, possui 26 estações elevatórias de esgoto, fato este que demanda muito ao se falar de manutenção e operação do sistema.

Como as RCEs transportam o efluente por declividade, ao chegar em uma cota topográfica baixa relacionada a determinada zona de uma EEEb, o esgoto é recalcado para uma cota alta, para que a partir daí consiga seguir por declividade novamente e ser redirecionado para o local final, que no caso, seria uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE).

De acordo com a ABNT (1992), estações elevatórias são “instalações que se destinam ao transporte de esgotos do nível do poço de sucção das bombas ao nível de descarga na saída do recalque, acompanhando aproximadamente as variações da vazão afluente”

ALEM SOBRINHO; TSUTIYA, (1999), diz que, para a escolha do local ideal para a construção de uma EEEb, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- Dimensões do terreno que satisfaça as necessidades atuais e futuras expansões;
- Baixo custo e facilidade em desapropriação de terrenos;
- Disponibilidade de energia elétrica;
- Facilidade para extravasar o esgoto durante eventuais sobrecargas ou paralisação do equipamento de recalque;
- Levantamento topográfico da área;
- Sondagem do terreno;
- Estabilidade contra erosão;
- Facilidade de acesso;
- Localização em área com menor desnível geométrico;
- Trajeto mais curto de linhas de recalque;

- Mínima remoção de interferências;
- Menor movimento de terra;
- Análise de impacto ambiental;
- Harmonização da construção com o ambiente circunvizinho.

3.7 Impactos ambientais decorrentes de extravasamentos

O impacto ambiental é definido como qualquer alteração adversa ou benéfica, no meio ambiente resultante das atividades antrópicas, que causem efeitos ao ecossistema ou a mudança da qualidade ambiental, num determinado período e numa determinada área. Percebe-se desta forma, que o termo impacto ambiental pode ser benéfico ou adverso (SÁNCHEZ, 2008).

Segundo PAULINO e TEIXEIRA (2012), a destinação final mais comum dos esgotos, é o lançamento nos corpos hídricos, o que proporciona condições de contaminação e poluição ao corpo hídrico receptor quando não havendo o tratamento correto, e dentre os principais impactos ambientais pode-se citar:

- Eutrofização de corpos de água favorecida pela presença de nutrientes, principalmente por nitrogênio e fósforo;

- Diminuição do oxigênio dissolvido devido à sua utilização por bactérias aeróbias na oxidação da matéria orgânica solúvel;

- Toxicidade aos organismos aquáticos devido à presença de metais pesados;

- Demanda de maiores quantidades de produtos químicos para tratamento de água;

- Alteração da qualidade física, química e microbiológica do corpo hídrico receptor, sendo a intensidade do impacto dependente da eficiência do sistema de tratamento e das condições do corpo hídrico receptor.

De acordo com TUCCI (2005) e ESTEVES (1998), as cargas de esgotos domésticos e industriais contém os principais nutrientes que produz a eutrofização dos rios. Quando os esgotos são despejados de forma inadequada nos corpos d'água, há uma redução do oxigênio, o que ocasiona a eutrofização, isto é, esse fenômeno deve-se ao excesso de nutrientes acumulados no ambiente aquático, o que ocasiona a diminuição do oxigênio local (TERA, 2014).

Esse aumento da concentração de nutrientes nos ecossistemas aquáticos, tem como consequência o “envelhecimento precoce” dos ecossistemas, pois ocorrem profundas modificações nas comunidades aquáticas, nas condições físicas e químicas do meio e no nível de produção do sistema, o que caracteriza uma forma de poluição (ESTEVES, 1998).

Ressalta-se ainda que os microrganismos presentes nos esgotos podem transmitir doenças, e a origem dos agentes patogênicos presentes nos esgotos é de predominância humana. Esses microrganismos presentes nos esgotos refletem diretamente no nível de saúde pública da população, pois grande parte das doenças de veiculação hídrica são provenientes da água de má qualidade que recebe cargas de esgotos sanitários. Essa capacidade de uma água transmitir doenças, pode ser efetuada através de organismos indicadores de contaminação fecal, principalmente os do grupo de coliformes (JORDÃO e PESSOA, 2011; VON SPERLING, 1996, 2017).

Frente ao exposto, todo extravasamento ou lançamento de esgoto feito de forma irregular, ou seja, sem o devido tratamento, ocasiona problemas gravíssimos ao meio ambiente e à saúde humana. No estado do Tocantins, existem relatos de que, após chuvas intensas houve derramamento de esgoto que atingiu o Rio Tocantins. Com isso, quando não abordado e tratado o tema de influência de águas pluviais na ausência das redes de drenagem, toda a cidade e o meio ambiente sofre impacto e ocasiona alterações no meio ambiente para a população, fauna e flora.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de Pesquisa

LAKATOS (2003) Diz que, a metodologia busca dispor um conjunto de diretrizes para ampará-lo na tarefa de pesquisa acerca de diversos conteúdos científicos, na coleta e organização de dados, na elaboração e na apresentação de textos científicos. Quando optamos por fazer ciência é importante nos atentarmos que a metodologia oferece vários caminhos. Cabe ao estudioso, ao cientista, escolher e usar a alternativa mais adequada para o seu trabalho.

Segundo SILVA (2017), a ciência pode ser verificada em duas dimensões, a relativa ao caráter compreensivo e, operacional. Onde a relativa analisa conforme o contexto uma questão específica estudada em vasto conteúdo, enquanto a operacional aborda aspectos lógicos e técnicas de investigação. Envolvendo muitas vezes decisões complexas na interpretação de dados, identificando eventuais problemas, prosseguindo após sua resolução e detectando o ponto de finalização do processo de investigação.

De acordo com SILVEIRA e CÓRDOVA (2009, pág.31) a pesquisa científica é a consequência de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos. Lehfeld (1991) refere-se à pesquisa como sendo a inquisição, o procedimento sistemático e intensivo, que tem por objetivo descobrir e interpretar os fatos que estão inseridos em uma determinada realidade.

Dos métodos de pesquisa disponíveis para o desenvolvimento de estudos, é possível classificá-los em três grupos, podendo ser exploratória, descritiva ou explicativa.

Para conceber o projeto de pesquisa quanto a seus resultados, será utilizado o método de pesquisa exploratória, onde ele dará maior proximidade com os objetos de pesquisa, instruindo de modo a definir a formulação de hipóteses de estudo e os critérios que serão adotados.

GIL (2007) conta que, a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com o intuito de torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Onde a grande maioria dessas pesquisas abrange o levantamento

bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado, e análise de estudos que estimulam a compreensão, podendo classificá-las em estudos de caso e pesquisa bibliográfica.

A abordagem de pesquisa empregada será quanti-qualitativa, visto que o método tem características abrangentes para o avanço da pesquisa, onde a qualitativa nos conduz quanto ao enfoque na interpretação do objeto, a importância do contexto do objeto pesquisado permitindo maior proximidade em relação aos fenômenos estudados e uma quantidade maior de fontes de dados. Já a quantitativa proporciona ter ideias preconcebidas do modo pelo qual os conceitos serão relacionados, utiliza procedimentos estruturados, instrumentos formais para a coleta de dados, enfatiza a objetividade na coleta e análise destes dados por meios de processos estatísticos.

Conforme POLIT, BECKER e HUNGLER (2004, PÁG. 201) a pesquisa quantitativa, que tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana. Por outro lado, a qualitativa tende a salientar os aspectos dinâmicos, holísticos e individuais da experiência humana, para aprender a totalidade no contexto daqueles que estão vivenciando o fenômeno.

Assim, podemos concluir que tanto a pesquisa qualitativa quanto a quantitativa manifestam características compatíveis e complementares umas com as outras, proporcionando maior desenvolvimento e conformidade neste trabalho.

4.2 Área de Estudo

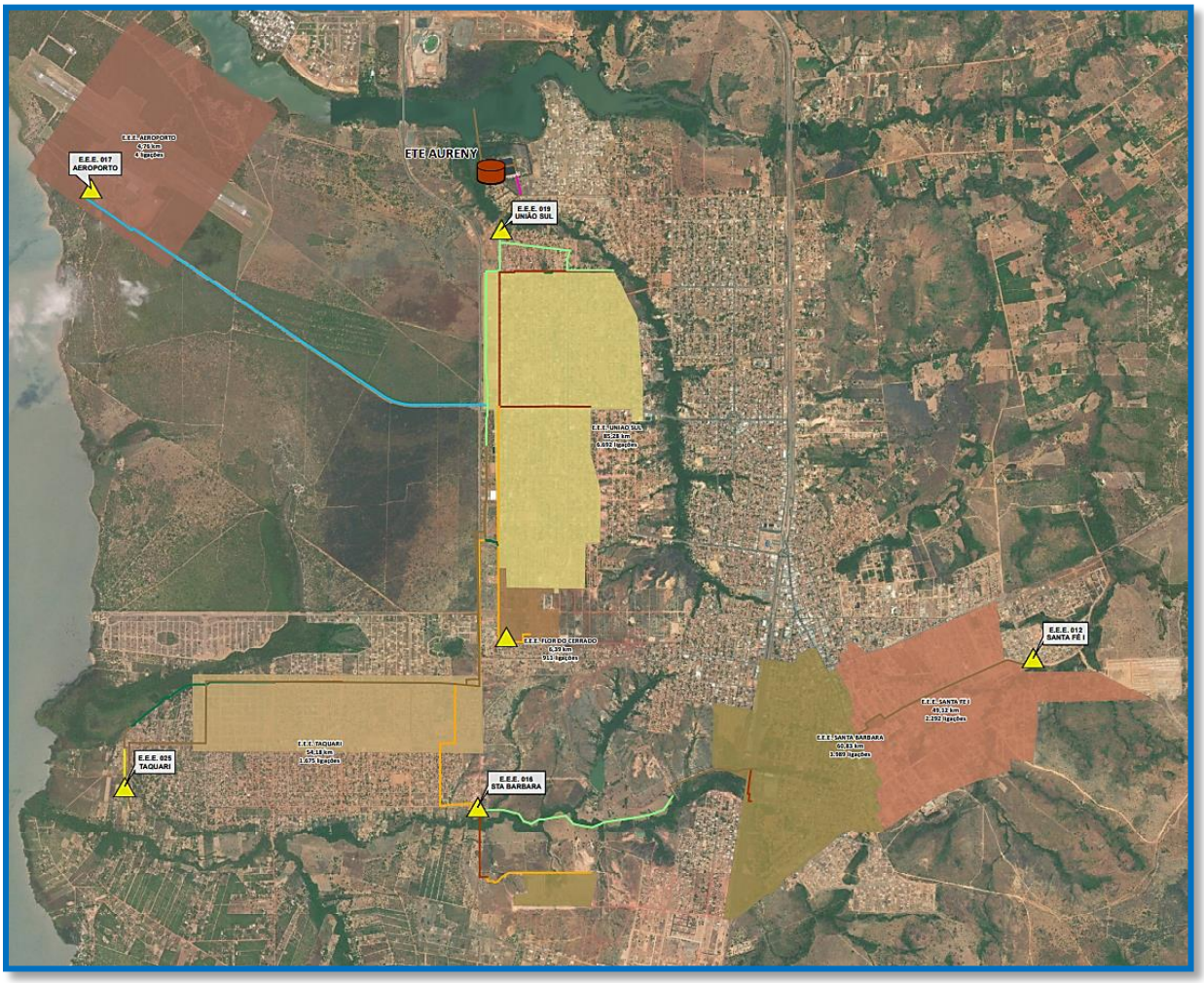
Foi definida a área de aplicação do estudo, após reportagem sobre danos na estrutura civil da estação de bombeamento final no dia 26 de novembro de 2019, com isso despertou-se o interesse em analisar aquele fato.

A área de estudo está localizada na Região Sul de Palmas e engloba os setores Aureny III, Bela Vista, Belo Horizonte, Jardim Irenilda, Jardim Vitória, Lago Sul, Morada do Sol 01, Morada do Sol 02, Morada do Sol 03, Santa Bárbara Setor Sul, Sol Nascente e Taquari, conforme apresentado na Figura 01. Esta área foi selecionada por fazer parte da bacia hidrossanitária da EEEb Final 019 e ser a principal estação de bombeamento antecessora à ETE Aureny, objeto de estudo, que contempla o total

de 13.138 ligações domiciliares de esgoto, e 211,44km de redes dentre redes coletoras, coletores tronco e linhas de recalque.

Por se tratar de uma macrozona de influência dentre todo o sistema da região, a EEEb Final – 019 recebe o efluente de várias outras estações elevatórias, daí dá-se as áreas hachuradas na Figura 3. Cada área representa a zona de sua estação elevatória, onde cada umas delas encaminham o esgoto para a elevatória final.

Figura 3 - Região Sul de Palmas



Fonte: Adaptado Google Earth (2021).

4.3 Construção do banco de dados

A construção e gerenciamento de dados básicos de infraestrutura, como o cadastro das informações existentes em campo, são indispensáveis para qualquer tipo de análise, projeto, intervenção e/ou *AsBuilt*. Com isso, foi criado um banco de dados de informações sobre o cadastro técnico de redes de esgoto e o cadastro

técnico de redes de drenagem pluvial, por meio do recebimento das informações por parte da Prefeitura Municipal de Palmas e também da Companhia de Saneamento do Tocantins.

4.3.1 Cadastro de Redes de Esgoto

Palmas por ser uma cidade planejada e se portar como a segunda capital remetendo à saneamento básico, estando na 13° colocação das cem maiores cidades do país no ranking de saneamento básico com base nos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) – ano base 2019, divulgado pelo Ministério das Cidades neste ano, apresenta 85,67% de atendimento a coleta de esgoto, e disto, 100% de tratamento. Com 1.179,89km de RCEs cadastradas, quantitativo disponível também no SNIS.

Nesta etapa, foi adquirido o cadastro técnico das redes de esgoto, da área de influência em questão, por meio de solicitação junto a Prefeitura Municipal de Palmas e/ou a Companhia de Saneamento do Tocantins, para que posteriormente possa ser confrontado com o cadastro das redes de drenagem pluvial.

4.3.2 Cadastro de Redes de Drenagem Urbana

O sistema de drenagem urbana é uma das obras hidráulicas que compõem o saneamento básico de uma cidade. O seu estado de existência, manutenção e conservação tem papel fundamental na eficiência hidráulica de seus componentes e para os demais eixos que compõem este ramo. A drenagem urbana, para conduzir as águas pluviais adequadamente, necessita de um sistema destinado a escoar e sustentar os picos de chuva evitando possíveis alagamentos. Esse sistema deve ser composto por galerias, sarjetas, bocas de lobo, tubulações subterrâneas etc. (CARARA NUNES, 2017, p.08-18)

De acordo com estudo realizado, foi solicitado os cadastros das redes de drenagem urbana à Prefeitura Municipal de Palmas, a fim de confrontar com os cadastros de redes de esgoto.

4.3.3 Modelo Topográfico do Terreno

Os projetos de drenagem urbana bem como todos os projetos do sistema de esgotamento sanitário (SES), necessitam fundamentalmente de dados e levantamentos topográficos. É necessário conhecer toda a topografia do terreno para saber para onde deverá ser lançada às águas pluviais e também para onde será transportado o efluente, de acordo com normas técnicas de projeto já mencionadas neste trabalho anteriormente.

Para compor o banco de dados desta etapa, após aquisição dos mapas de cadastro técnico das redes de drenagem, do sistema de esgotamento sanitário da região e das bacias hidrográficas, será traçado perfil topográfico também com o uso das ferramentas do *Google Earth* e *AutoCAD 200* onde se teve ao fim a representação do terreno de toda a zona de influência deste estudo.

4.4 Verificação de nível e vazão de entrada da EEEb e ETE

A coleta de informações desta etapa, foi realizada através de solicitação junto a Companhia de Saneamento do Tocantins, onde foi solicitado os dados de vazão da estação elevatória e da ETE Aureny, bem como visitas técnicas para que fosse possível agregar ao estudo.

Esta etapa foi executada através de duas vertentes, a coletas de dados de volume de chegada na EEEb Final - 019 e na ETE Aureny atrelado aos dados de chuva de 4 eventos. Dois destes eventos ocorreram no início do ano de 2021 e os outros dois eventos, no final do mesmo ano. Isso foi necessário para que se houvesse uma comparação entre os dados em períodos de chuva, que determinados pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMTE, em Palmas, compreende de outubro a abril.

Os dados de vazão de poço de sucção para os primeiros dois eventos de chuva, foram coletados na EEEb Final - 019, por meio de um medidor sensor ultrassônico, sendo este equipamento instalado à montante e a jusante da estação de bombeamento, ou seja, um equipamento instalado no coletor de chegada, e o outro na linha de recalque.

Em relação aos dados de nível do poço de sucção, para todos os eventos, as informações foram coletadas e disponibilizadas pela Companhia de Saneamento do Tocantins, através da sua Central de Controle Operacional pelo sistema *PI Vision,*

onde consegue-se acompanhar momentaneamente o funcionamento das bombas (liga e desliga) a partir do momento que o poço de sucção enche. Este sistema serve para identificação e correção de falhas operacionais nas estações elevatórias, neste caso, de esgoto.

Para os dois últimos eventos de chuva, os dados de vazão foram coletados na ETE Aureny através do equipamento medidor de vazão Calha Parshal, pois os medidores da primeira análise, realizada em março de 2021 apresentaram falhas que não foram corrigidas, não obtendo as informações de vazão.

4.5 Coleta e análise de dados pluviométricos

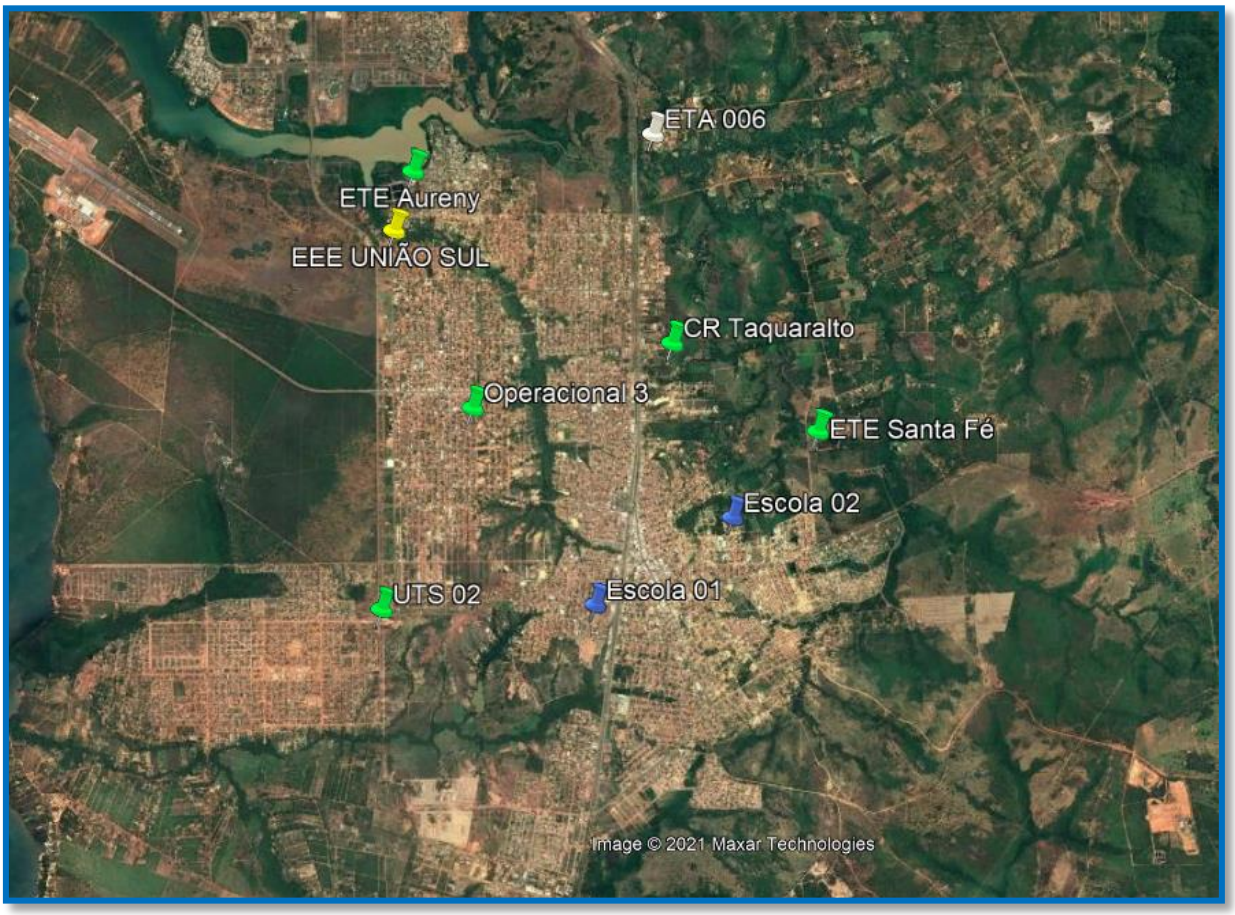
A origem desta etapa ocorreu a partir da necessidade de aquisição dos índices pluviométricos da região de estudo.

A primeira etapa do estudo dispôs dos dados fornecidos da estação telemétrica pluviométrica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Palmas A009, instalada no fuso 22 L, coordenadas UTM 795636.00m E e 8872245.00m S, na região central de Palmas (TO), especificamente na quadra 112 Sul / ASR-SE 15.

A segunda etapa, ocorreu com a coleta de dados dos Pontos de Coletas de Dados Pluviométricos (“PCDs”) instalados pela Companhia de Saneamento, já na região Sul de Palmas, fazendo que que houvesse maior precisão ao mensurar a quantidade de chuva que poderá fazer influência nas RCEs, consequentemente na EEE 019 bem como na ETE do Aureny.

Para confiabilidade dos registros foi sugerido a instalação de pontos de análises pluviométrica distribuídos de acordo com as bacias hidrográficas da região, bem como o cumprimento das normas técnicas de instalação. Para isso fora necessário estabelecer pontos estratégicos a fim de coletar as informações de forma precisa. Os pontos foram distribuídos em unidades operacionais da Companhia de Saneamento do Tocantins de acordo com a Figura 4 abaixo.

Figura 4 - pontos de análises pluviométrica



Fonte: Próprio autor.

Foi realizado o levantamento da área da bacia hidrográfica e área de influência da EEE 019 (RCEs), visando definir as áreas para instalação dos pluviômetros, os critérios adotados para a instalação das Plataforma de Coleta de Dados Pluviométricos (“PCDs”) foram os seguintes:

i. PCD com transmissão via satélite ou GMS;
ii. 01 PCD considerando a área sua de influência entre 10 - 20 km² para instalação para que houvesse precisão;
iii. Unidades operacionais existente na região sul que poderiam ser instaladas as PCD.

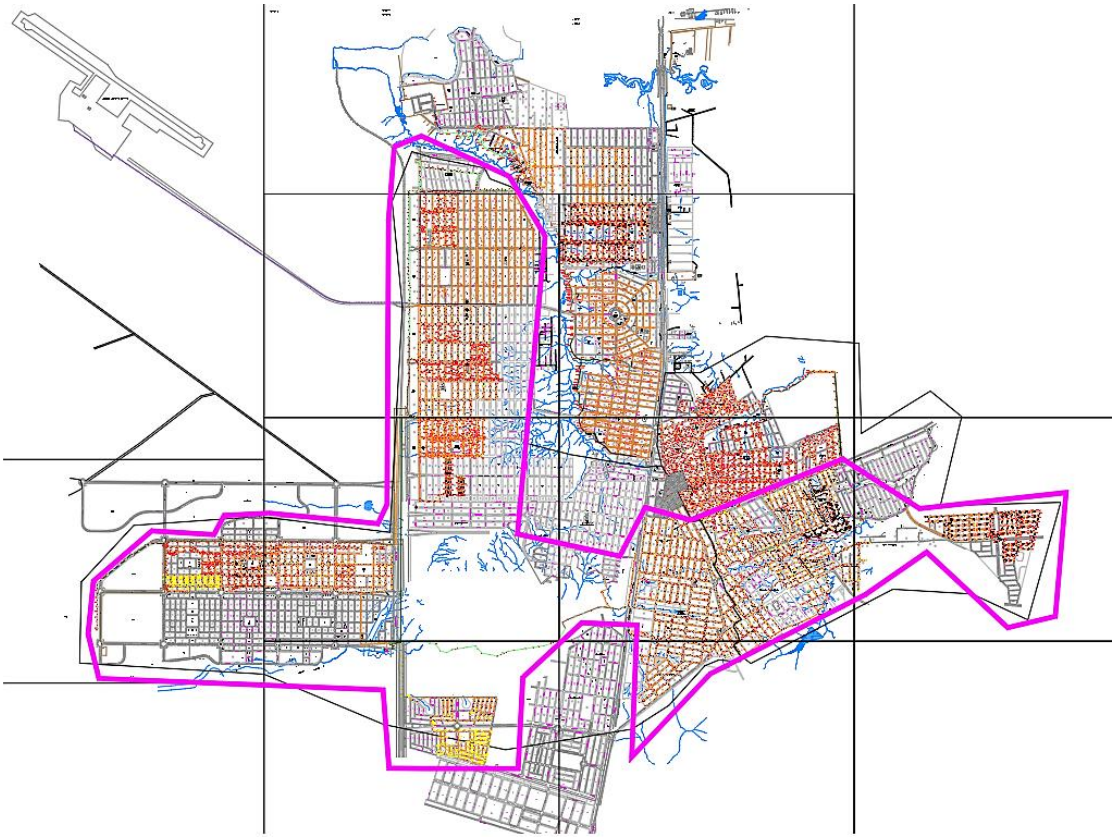
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Cadastro Técnico de Redes de Saneamento

Diante o exposto ao que se trata de Cadastro Técnico, pela ausência de referências diretas a respeito do assunto, o banco de dados referente ao cadastro técnico de redes de saneamento existirá nas respectivas concessionárias em poucos casos de forma organizada também em suas prefeituras, baseando-se sempre no cadastro multifinalitário municipal, onde apresentarão informações técnicas referente às redes como coordenadas em seus formatos preferenciais de trabalho, indicação de escalas, profundidades, diâmetro, tipo de material existente, tipos de dispositivos compatíveis, dimensões lineares, informações de vazões em cada trecho e etc., tudo baseado em suas respectivas normas técnicas.

A partir da solicitação realizada para a Secretaria de Infraestrutura e Serviços Públicos de Palmas obteve-se os dados, relativos à área de estudo, referente ao cadastro técnico das redes de esgoto. Desta área, 95% da população é atendida pelas redes coletoras de esgoto, de acordo com o que ilustra a Figura 5 abaixo.

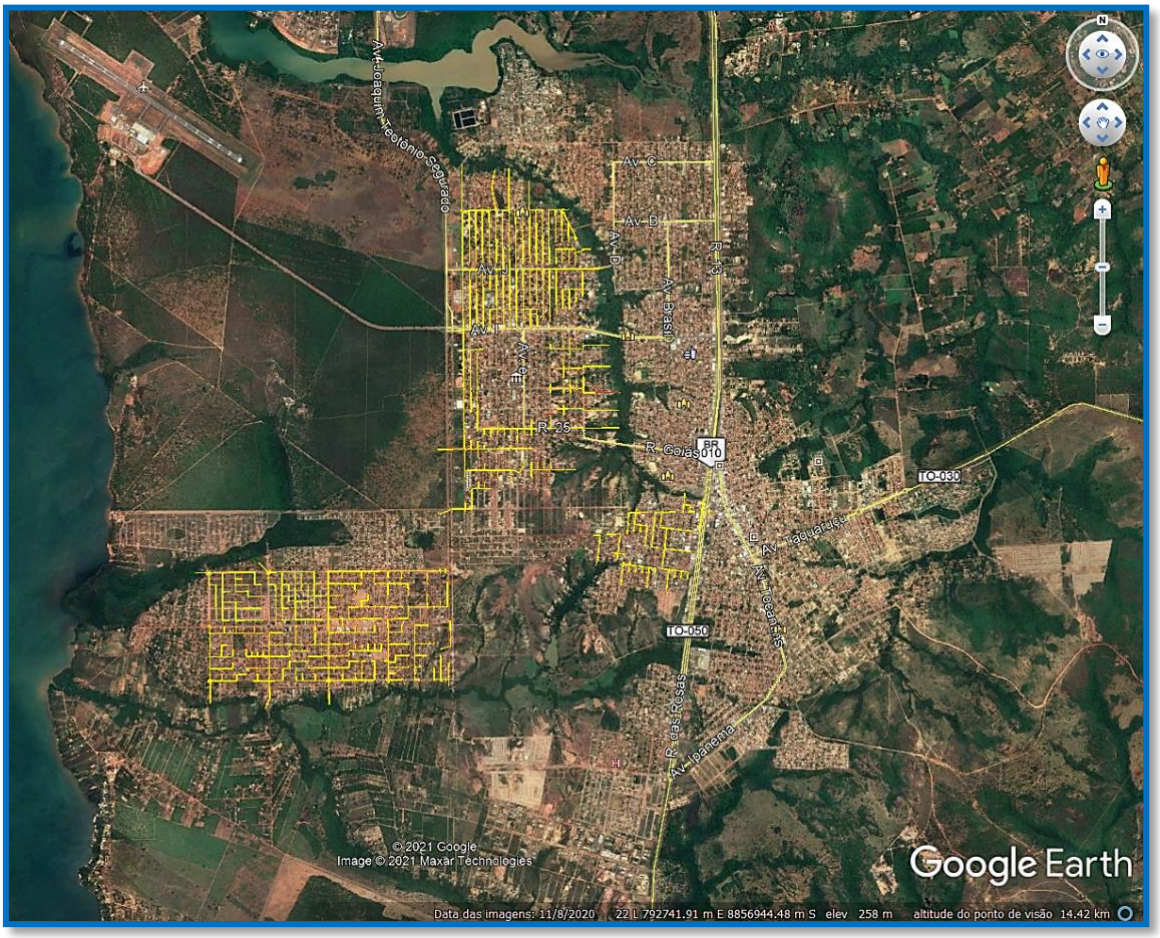
Figura 5 - Área de estudo



Fonte: Prefeitura Municipal de Palmas, Sec. de Infraestrutura e Serviços Públicos (2021).

Foram adquiridas as informações cadastrais das redes de drenagem urbana por meio de solicitação realizada também na Secretaria da Infraestrutura município de Palmas, de acordo com a representação, Figura 6, e relacionado com a razão de atendimento de redes de esgoto, é nítido que a região de estudo é deficiente em redes de drenagem.

Figura 6 - Cadastros da rede de drenagem da região Sul de Palmas



Fonte: Sec. Infraestrutura Urbana. Adaptado no Google Earth (Jan, 2021).

5.2 Modelo Topográfico do Terreno

Após a obtenção dos mapas de cadastro técnico das redes de esgoto e de drenagem urbana, foi possível esboçar o modelo topográfico do terreno de acordo com as indicações de fluxo dos mapas cadastrais e com as bacias hidrográficas existentes, foi traçado linhas mestras somente, para representar as curvas de níveis da região de estudo. Ao solicitar a base de cadastro das redes de drenagem urbana,

a Prefeitura de Palmas por meio da Secretaria de Infraestrutura, dispôs de parte de informações topográficas que também puderam agregar ao modelo topográfico criado. Isso está exposto na figura 7.

Figura 7 - Topografia da área em estudo



Fonte: Prefeitura de Palmas (2021).

5.3 Verificação de nível e vazão de entrada da EEEb e ETE

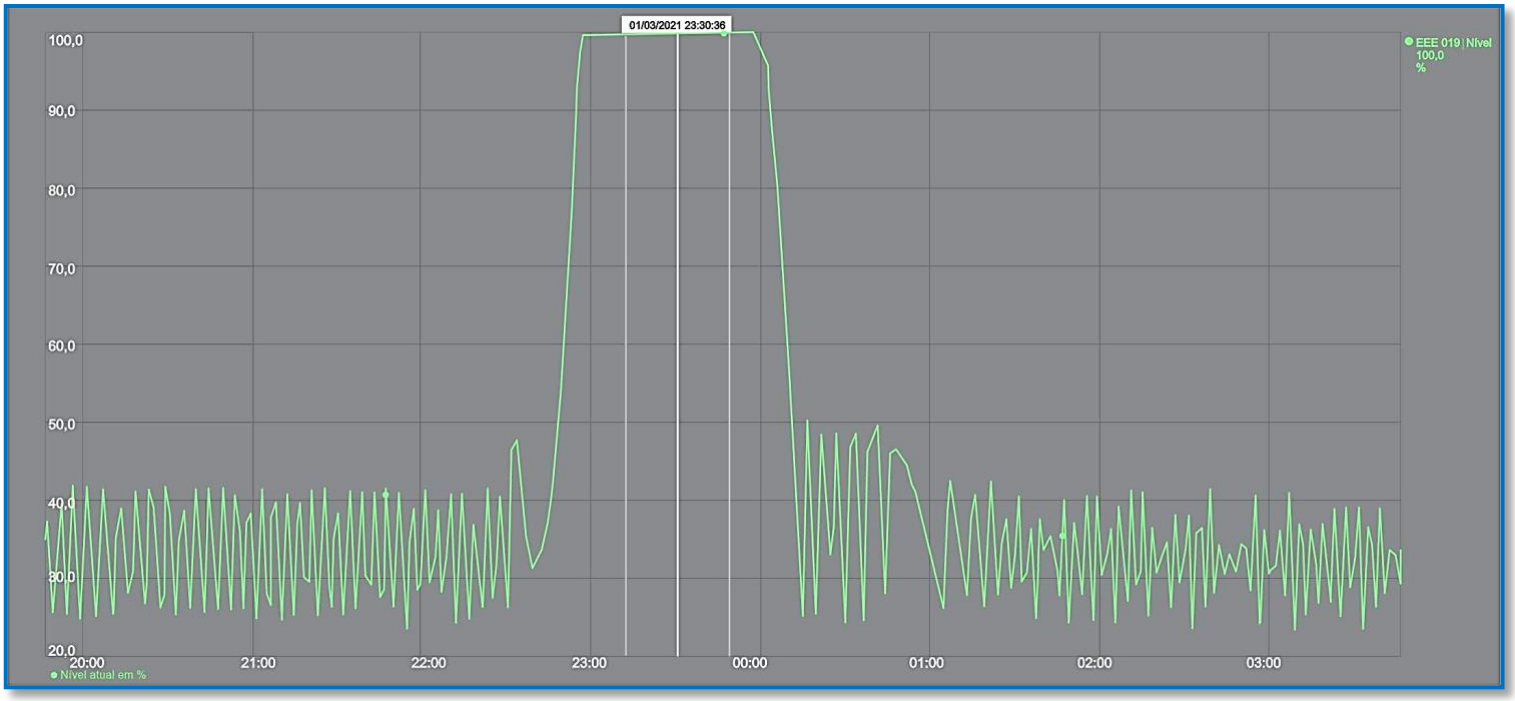
Foram analisados 4 eventos com o fito verificar a interferência das águas de chuva nas redes de esgoto cruzando os dados das estações pluviométricas, com os dados de nível e vazão da estação EEEb Final - 019.

O primeiro *case* foi analisar os eventos do dia 01 de março de 2021 e o do dia 18 do mesmo mês.

Os dados foram coletados do sistema *PI Vision,* que é responsável por monitorar remotamente o nível do poço de sucção da EEEb Final, e do medidor de nível ultrassônico, no caso fornecendo as informações de vazão.

A Figura 8, representa o evento 01 no dia 01 de março de 2021, onde é nítido que o nível do poço atingiu 100% de sua capacidade, por volta das 23:10horas durante um evento de chuva.

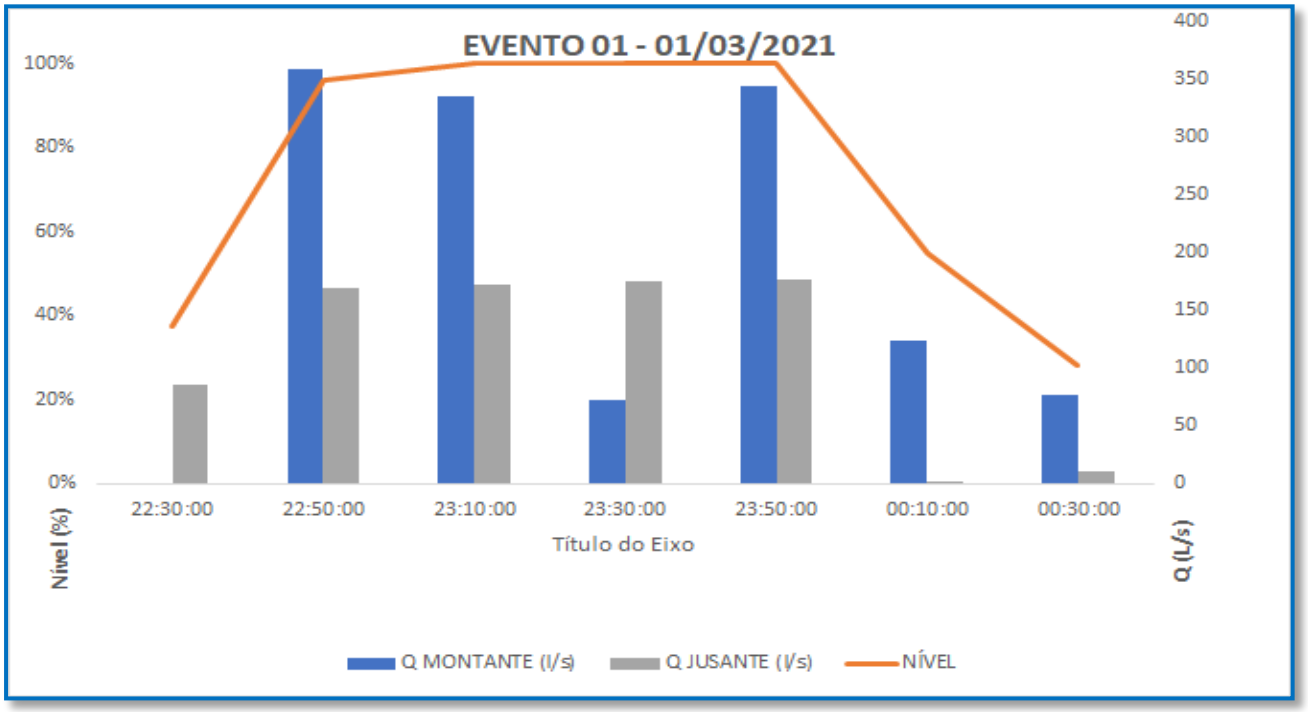
Figura 8 - Operação EEEb 019 Final 1° Evento



Fonte: Próprio Autor

Após tabular os dados do PI Vision e os dados fornecidos pelo medidor de vazão, foi obtido o gráfico “Operação da EEEb x Q montante x Q jusante, conforme Figura 9, onde evidencia o comportamento da vazão de acordo com o nível do poço da EEEb Final – 019.

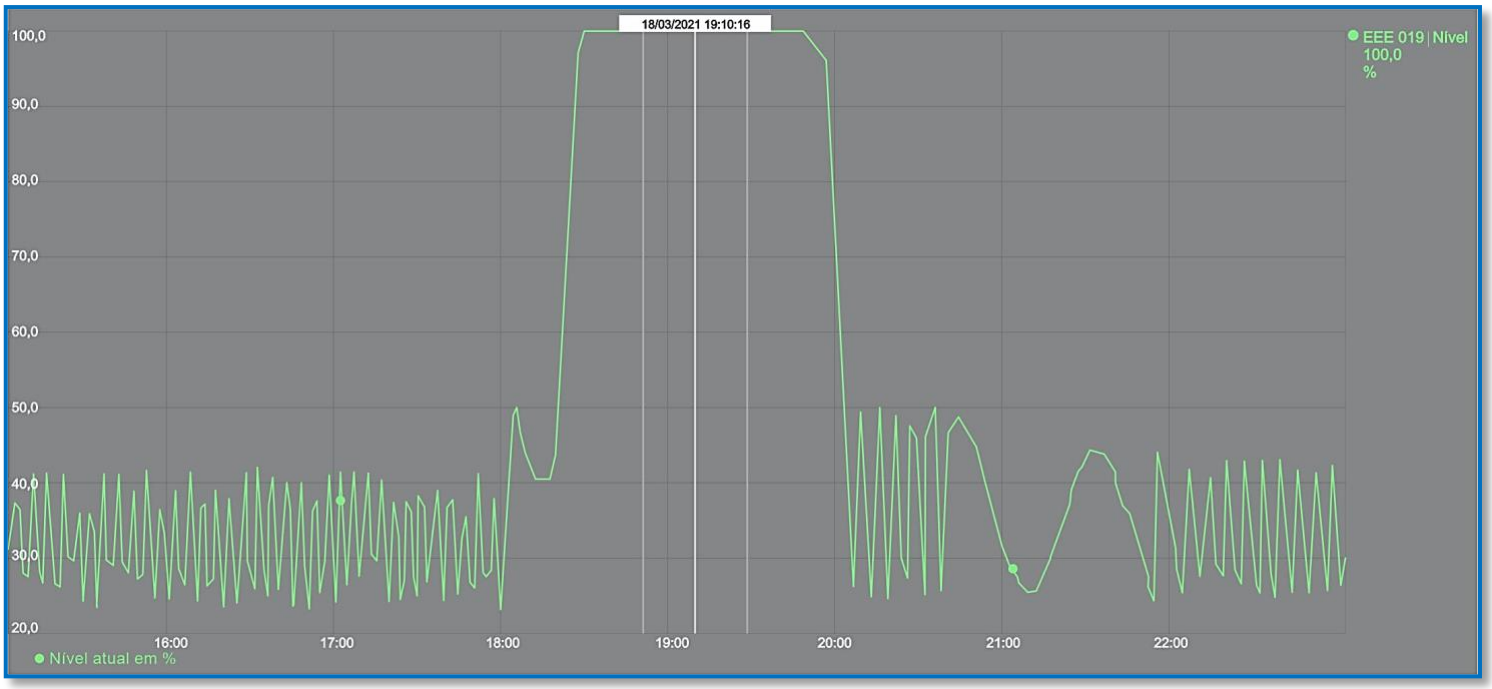
Figura 9 - Operação EEEb x Q Montante x Q Jusante



Fonte: Próprio Autor

A figura 10, representa o evento 02 no dia 18 de março de 2021, onde é nítido que o nível do poço atingiu 100% de sua capacidade também, por volta das 19:10 horas durante um evento de chuva intensa.

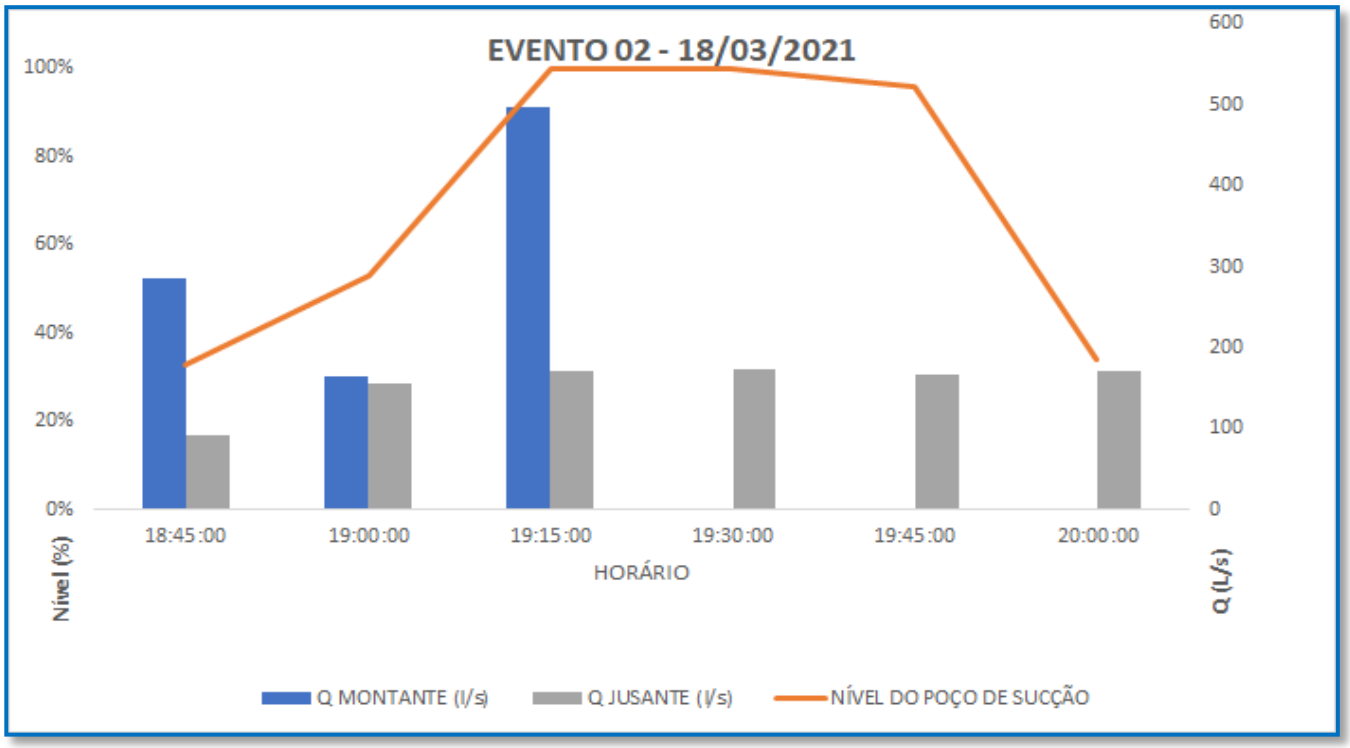
Figura 10 - Operação EEEb 019 Final 2° Evento



Fonte: Próprio Autor

Após tabular os dados do PI Vision e os dados fornecidos pelo medidor de vazão, foi obtido o gráfico “Operação da EEEb x Q montante x Q jusante, conforme Figura 11, onde evidencia o comportamento da vazão de acordo com o nível do poço da EEEb Final – 019 no evento 02 de chuva.

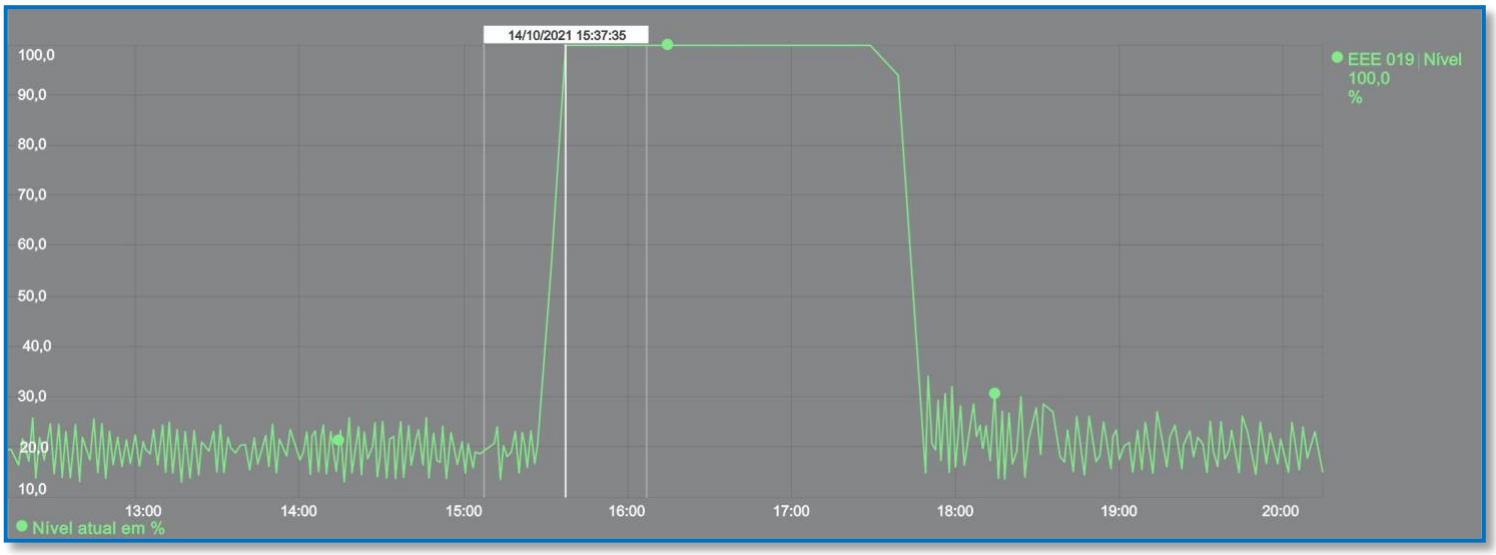
Figura 11 - Operação da EEEb x Q Montante x Q Jusante



Fonte: Próprio Autor

Seguindo com o 3º evento a Figura 12, representa o dia 14 de outubro de 2021, onde, de acordo com o sistema *PI Vision* é nítido que o nível do poço atingiu 100% de sua capacidade também, por volta das 15:30 horas durante um evento de chuva intensa.

Figura 12 - Operação EEEb 019 Final 3° Evento



Fonte: Próprio Autor

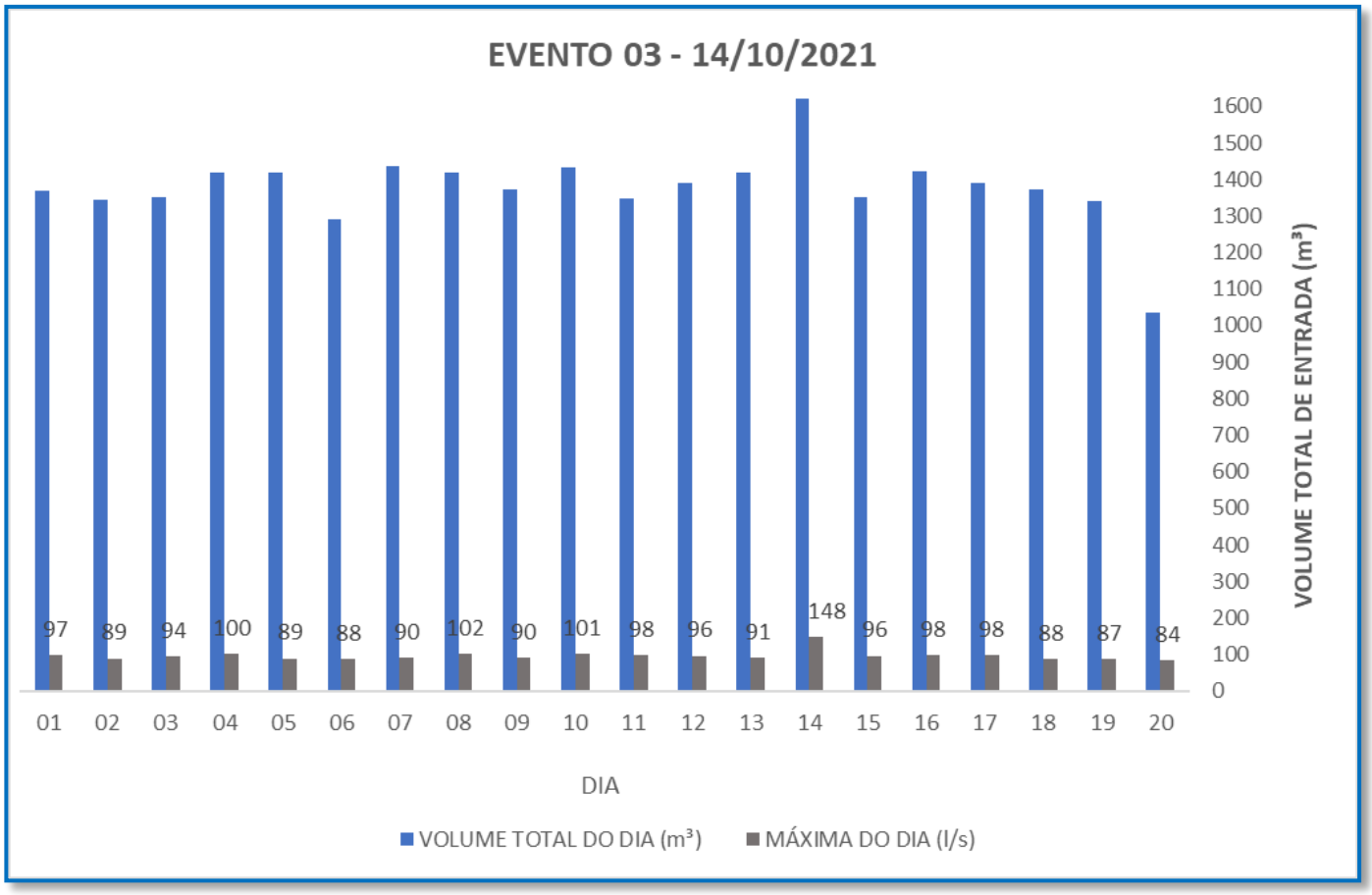
Após tabular os dados do PI Vision e os dados fornecidos, agora pela ETE Aureny de acordo com o Boletim Diário de Coletas de Dados (“BCDs”), de vazão, foram obtidas as informações de volume total de entrada e as vazões máximas do dia, conforme Figura 13, onde evidencia o comportamento da vazão de acordo com o nível do poço da EEEb Final – 019 no evento 03 de chuva.

Figura 13 - Volume total de entrada e Vazão máxima do dia

DIA	VOLUME TOTAL DO DIA (m³)	MÁXIMA DO DIA (l/s)
01	1367	97
02	1345	89
03	1352	94
04	1419	100
05	1420	89
06	1292	88
07	1438	90
08	1418	102
09	1371	90
10	1434	101
11	1348	98
12	1390	96
13	1418	91
14	**1681**	**148**
15	1353	96
16	1422	98
17	1391	98
18	1373	88
19	1342	87
20	1034	84

Fonte: Próprio Autor

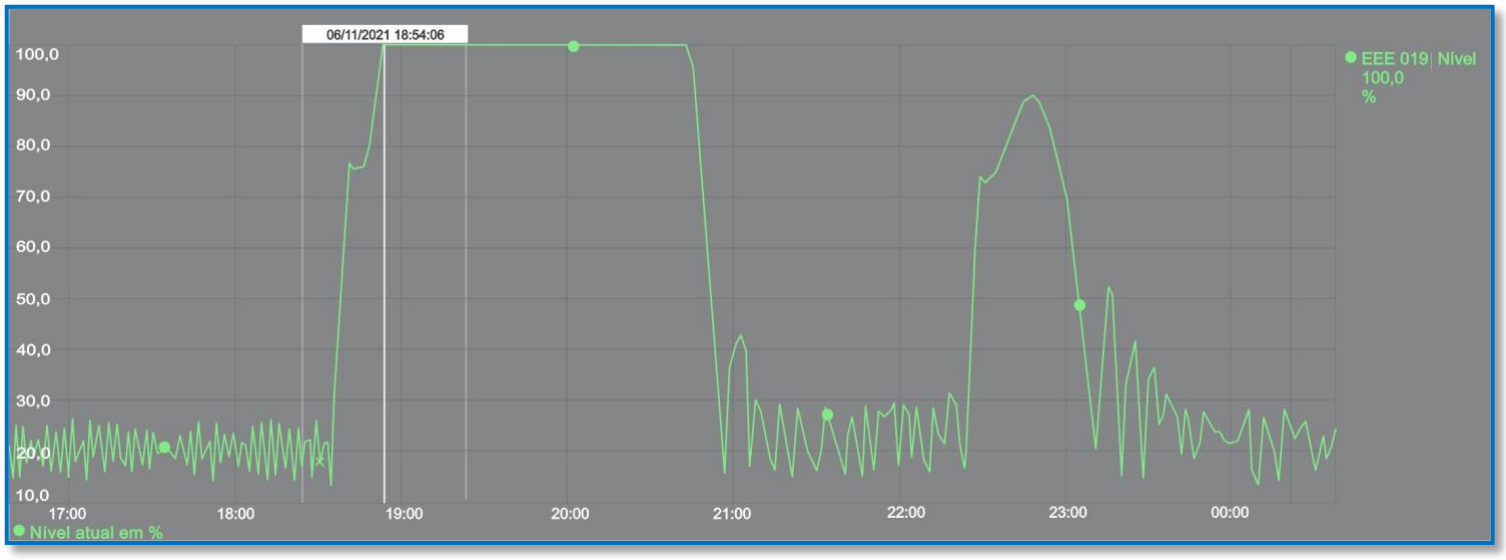
Figura 14 - Volume total de entrada e Vazão máxima do dia



Fonte: Próprio Autor

E por último, obtivemos o resultado das análises do último evento de chuva onde, de acordo com o sistema PI Vision é nítido que o nível do poço atingiu 100% de sua capacidade também, por volta das 18:54 horas durante um evento de chuva intensa, no dia 06 de novembro de 2021, conforme Figura 15.

Figura 15 - Operação EEEb 019 Final 4º Evento



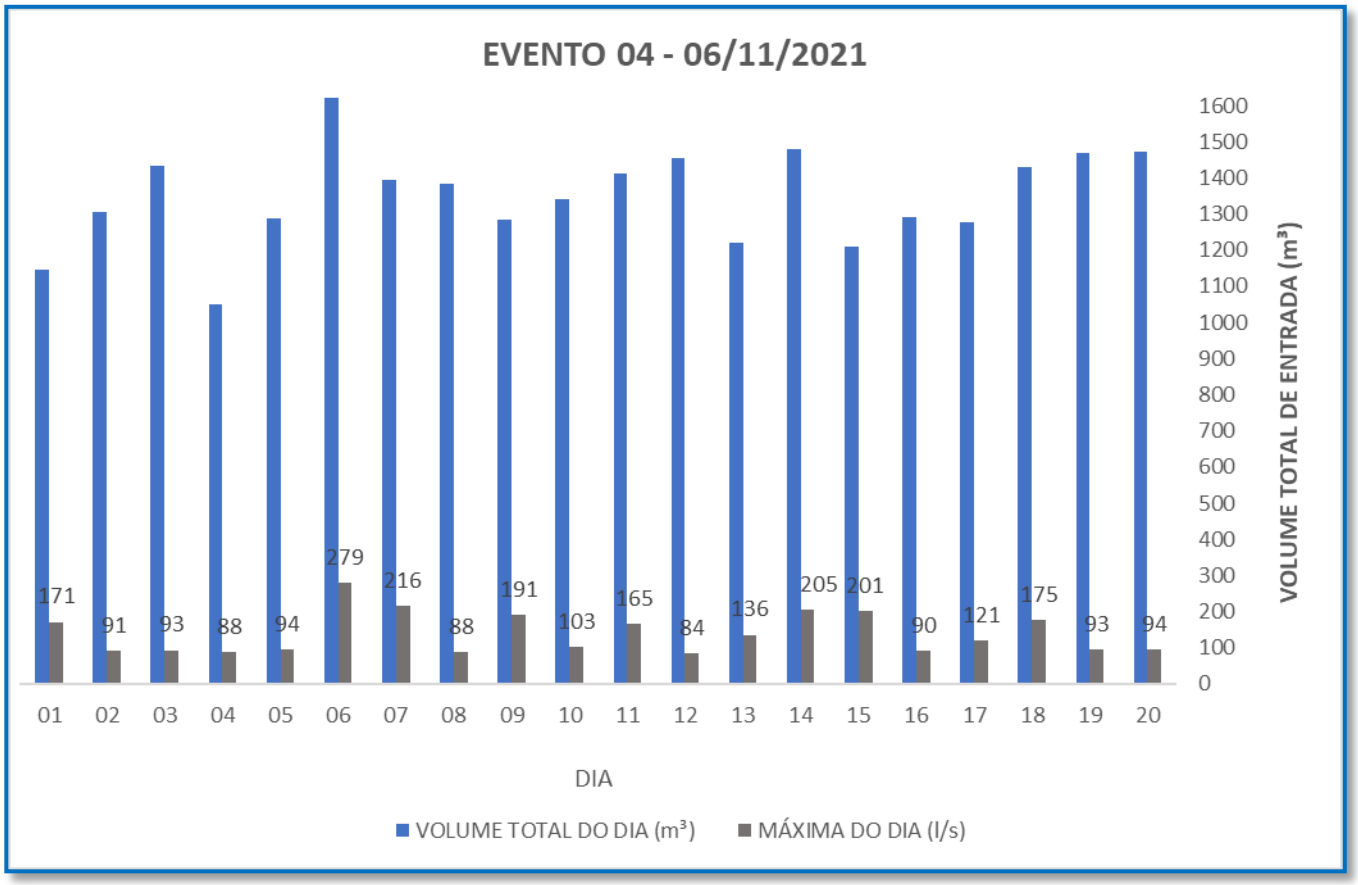
Fonte: Próprio Autor

Enfim, após tabular novamente os dados do PI Vision e os dados fornecidos, agora pela ETE Aureny de acordo com o Boletim Diário de Coletas de Dados (“BCDs”), de vazão, foram obtidas as informações de volume total de entrada e as vazões máximas do dia, conforme Figura 16, onde evidencia o comportamento da vazão de acordo com o nível do poço da EEEb Final – 019 no evento 04 de chuva.

Figura 16 - Volume total de entrada e Vazão máxima do dia

DIA	VOLUME TOTAL DO DIA (m^3)	MÁXIMA DO DIA (l/s)
01	1147	171
02	1307	91
03	1432	93
04	1050	88
05	1287	97
06	**1789**	**279**
07	1395	216
08	1382	88
09	1284	191
10	1342	103
11	1412	165
12	1454	84
13	1219	136
14	1481	205
15	1208	201
16	1290	90
17	1279	212
18	1430	175
19	1469	93
20	1473	94

Figura 17 - Volume total de entrada e Vazão máxima do dia



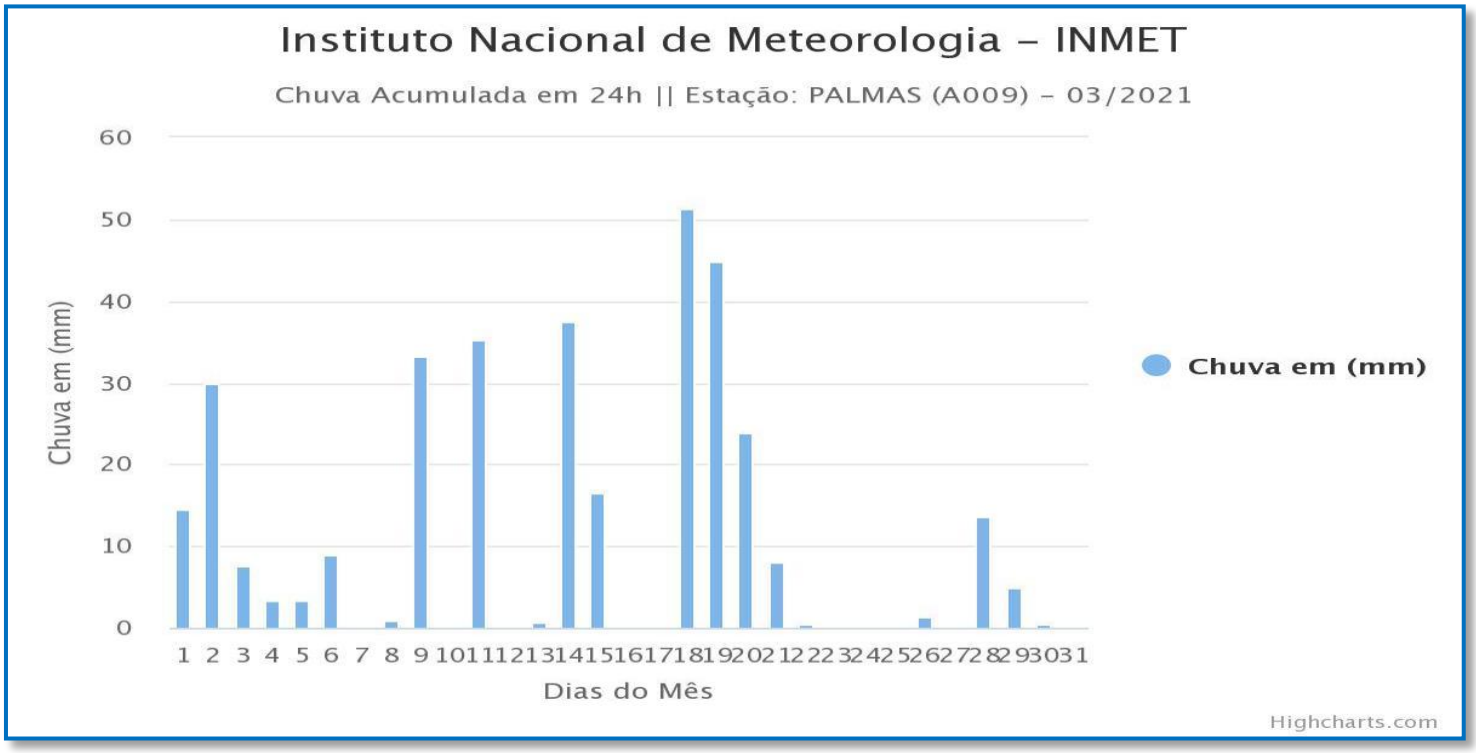
Fonte: Próprio Autor

5.4 Coleta e análise de dados pluviométricos

Obteve-se como resultado, os gráficos relacionados às precipitações de acordo com os períodos mencionados no trabalho.

A primeiro gráfico, representa a precipitações diárias do mês de março de 2021, mês este em que ocorreu os dois primeiros eventos de chuva trabalhados. A figura 18, foi retirada do site do INMET, estação A009 em localizada na região central de Palmas, porque os PCDs da região sul ainda não estavam operando. A mesma evidência os dias 1 e 18 de março houveram chuvas intensas.

Figura 18 - Dados pluviométricos da área em estudo

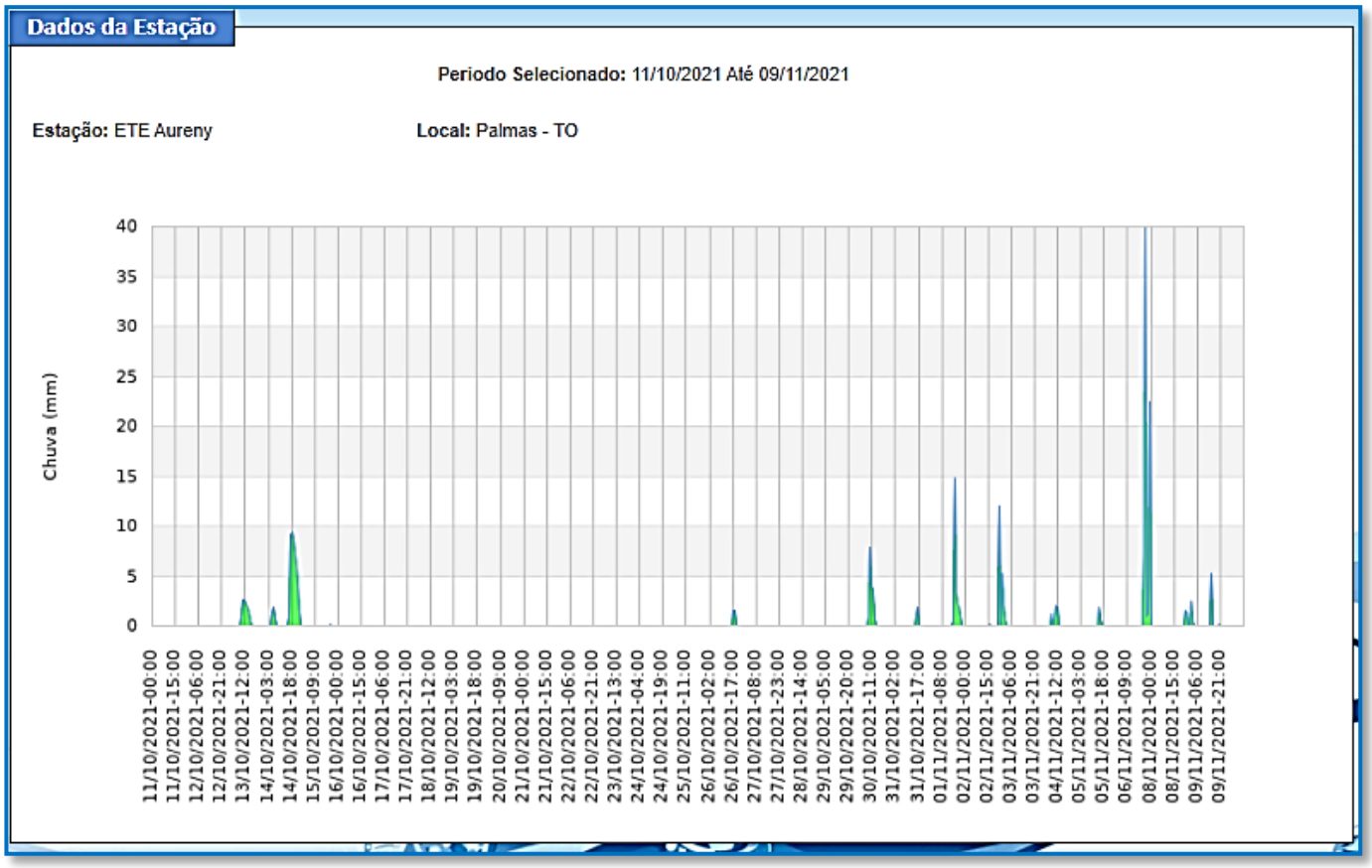


Fonte: INMET (2021).

Já nesta outra Figura 19, que também é resultante das informações de precipitações, só que, dos dois últimos eventos de outubro e novembro e já com

dados dos PCDs que foram instalados na região sul de Palmas, foi obtido as seguintes informações.

Figura 19 - Dados pluviométricos da área em estudo



Fonte: Companhia de Saneamento do Tocantins

Figura 20 - Influencia das águas pluviais nas redes de esgoto



Fonte: Próprio Autor

Figura 21 - Influencia das águas pluviais nas redes de esgoto



Fonte: próprio autor

6 CONCLUSÃO

A avaliação da influência de águas pluviais às redes coletoras de esgotos revela-se importante devido falta de redes de drenagem ao sistema consistirem em um problema da maioria dos sistemas de esgotos sanitários no Brasil, o que traz consideráveis problemas para a operação do sistema, uma vez que o efeito da mistura (águas pluviais + esgotos sanitários) repercute nas condições físicas e biológicas do tratamento.

Ao final deste estudo, concluiu-se que 95% da região de estudo é atendida por redes coletoras de esgoto e que da mesma região somente 37% da área é atendida por redes de drenagem pluvial.

O modelo digital do terreno nos faz concluir que a Estação Elevatória de Esgoto Bruto Final – 019 está localizada em um dos pontos mais baixos, topograficamente falando, da região, bem como todas as redes de esgoto e o pouco quantitativo de redes de drenagem se cruzam ali, fazendo com que a água corra pela superfície até chegar no córrego mais próximo podendo migrar pelas redes coletoras.

Com isso os eventos dos dias 01 e 18 de março e dos dias 14 de outubro e 06 de novembro mostram que nos dias chuvosos a EEEb Final bem como a ETE Aureny aumentou expressivamente seus volumes e vazões de chagada.

Isso é bem evidenciado também nos gráficos do *PI Vision* onde as imagens mostram a oscilação regularmente, que quer dizer que o poço está enchendo até sua capacidade determinada e esvazia conforme o sistema de bombeamento é acionado, mas nos momentos exatos das chuvas, o nível aumenta bruscamente tornando assim maior do que a capacidade de bombeamento da estação.

As Figuras 20 e 21 abaixo mostram o momento exato de chuva, em um dos dias de amostragem, no caso no dia 14 de outubro de 2021, que evidencia a influência das águas pluviais no sistema de esgotamento sanitário.

Em suma, podemos concluir que a influências das águas pluviais nas redes coletoras de esgoto provocam danos ambientais gravíssimos, e são provocadas pela ausência e/ou deficiência das redes de drenagem pluvial. A rigor, as águas pluviais não deveriam chegar aos coletores de sistemas separador absoluto, mas, na realidade, sempre chegam, não somente devido aos defeitos das instalações, mas devido à sua deficiência e/ou ausência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9649: Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro. 1986.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Contribuições Indevidas para a Rede de Esgotos. Revista DAE**, v. no 120, 3 p., 1979.

AZEVEDO NETTO, J. M.; FERNANDEZ, M. F.; ARAUJO, R. DE; ITO, A. E. **Manual de hidráulica**, v. 8a Ed., 669 p., 1998.

CARARA, Leonel Lemos; NUNES, André Pereira**. Cadastro das infraestruturas que compõem o sistema de drenagem pluvial: estudo de caso: Avenida Pedro Zapelini–Tubarão/SC**. Engenharia Civil-Tubarão, 2017.

Carlos E. M. Tucci. **Regulação das águas Pluviais Urbanas** .1° ed. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2005.

CASA CIVIL, **CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988,** 1988. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm >. Acesso em: 13 de abril de 2021.

CIVIL, Casa et al. **Lei nº 11.445**, de 5 de janeiro de 2007.

FESTI, A. V**. Águas de chuva na rede de esgoto sanitário – suas origens, interferências e consequências. 23° Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES**, Campo Grande/MS, 16 p., 2005.

FREIRE, Josefa Rafaela Pessoa et al. **Análise do sistema separador absoluto no âmbito da drenagem pluvial da cidade de Campina Grande-Estudo de caso do Canal das Piabas**. 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LAKATOS, Eva Maria; Marconi, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia científica**. 5ª. ed. São Paulo: Atlas. 2003.

MARTÍN JARDÍN, Lucas et al. **Cadastro técnico multifinalitário como ferramenta de modelagem da dinâmica do território na evolução das redes de infraestrutura**. 2016. 40 f. Dissertação Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Título de MESTRE em Engenharia Civil, 2012.

MARTINS, Giovanni Rocha. **Plano de Combate às Contribuições Pluviais Parasitárias no Sistema de Esgoto do Município de São José do Rio Preto/SP**. 2018. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/2043/1/GIOVANNI%20ROCHA%20MARTINS.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2021.

MENDONÇA, Sérgio Rolim; MENDONÇA, Neyson Martins**. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO. Sistemas sustentáveis de esgotos: orientações técnicas para projeto e dimensionamento de redes coletoras, emissários, canais, estações elevatórias, tratamento e reuso na agricultura**, p. 147, 2018.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário, coleta, transporte, tratamento e reuso Agricola.** São Paulo: Editora FAT, 2001. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=gCTTDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA13&dq=livro+de+esgoto+nuvolari&ots=V9gouHUfwa&sig=RM01MaKxJUxd-JPDNbCqXdotxks#v=onepage&q=livro%20de%20esgoto%20nuvolari&f=false> . Acesso em: 20 out. 2020.

ORIGINAL, DIAS e ANTUNES,2010 apud CITANTE, COSTA, Gustavo Andrade Moreno. **Viabilidade da construção de um sistema de drenagem por meio do método racional no meio urbano de São Luís: estudo de caso da Avenida dos Africanos**. 2018.

ORIGINAL, KAUFMANN; STEUDLER, 1998 “Cadastro 2014 – Visão de Futuro”, 2018 apud CITANTE, DANTAS[1], Yse Vinhaes; PEREIRA, Gilberto Corso. **A multifinalidade do cadastro–conceitos e propostas.** COBRAC, 2014.

ORIGINAL, PEREIRA, Adriana Soares et al. **Metodologia da pesquisa científica**. 2018 apud CITANTE, SILVA, E. A. Evolução Histórica do Método

Científico Desafios e Paradigmas para o Século XXI. Disponível em: Acesso em: 19 set. 2017.

SEGRE, Marco; FERRAZ, Flávio Carvalho. **O conceito de saúde**. 1997.

SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. 1ª ed. Rio grande do Sul: UFRGS, 2009 apud CITANTE, POLIT, BECKER E HUNGLER, 2004, p. 201.

SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. 1ª ed. Rio grande do Sul: UFRGS, 2009.

SOBRINHO, Pedro Alem; Tsutiya, Milton Tomoyuki. **Coleta e Transporte de esgoto Sanitário.** 2ª. ed. São Paulo, 1999.

SOUZA, Genival Corrêa de. **Análise de metodologias no levantamento de dados espaciais para cadastro urbano**. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. CUNHA, Eglaísa Micheline Pontes; ERBA, Diego Alfonso (Org.). DIRETRIZES PARA A CRIAÇÃO, INSTITUIÇÃO E ATUALIZAÇÃO DO CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS: Manual de Apoio. Brasília: Ministério das Cidades, 2010. 170 p. CDROM.

TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. **Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no Brasil. Seminários Redes de Esgoto Sanitários e Galerias de Águas Pluviais: Interferências e Interconexões - São Paulo,** n. 1, 6 p., 2004.