

## **Levantamento de manifestações patológicas em uma Estação de Tratamento de Esgoto na RMR: elaboração de mapa de danos**

### **Survey of pathological manifestations at a Sewage Treatment Plant in the RMR: elaboration of a damage map**

DOI:10.34117/bjdv7n3-738

Recebimento dos originais: 20/02/2021

Aceitação para publicação: 28/03/2021

#### **Diogo Botelho Correa de Oliveira**

Mestre em Engenharia Civil pela Escola Politécnica de Pernambuco

Instituição: Universidade de Pernambuco

Endereço: Rua Benfica, n° 455, Recife - PE -CEP: 50.720-001

E-mail: diogobotelhocorrea@gmail.com

#### **Laís Fernanda de Oliveira**

Bacharel em Engenharia Civil pela Escola Politécnica de Pernambuco

Instituição: Universidade de Pernambuco

Endereço: Rua Benfica, n° 455, Recife - PE -CEP: 50.720-001

E-mail: lais.fernanda2285@gmail.com

#### **Willames de Albuquerque Soares**

Doutor em Técnicas Energéticas Nucleares pela Universidade Federal de Pernambuco

Instituição: Universidade de Pernambuco

Endereço: Rua Benfica, n° 455, Recife - PE -CEP: 50.720-001

E-mail: was@poli.br

#### **Eliana Cristina Barreto Monteiro**

Doutora em Engenharia de Construção Civil pela Universidade de São Paulo

Instituição: Universidade de Pernambuco

Endereço: Rua Benfica, n° 455, Recife - PE -CEP: 50.720-001

E-mail: eliana@poli.br

#### **RESUMO**

O saneamento básico é um serviço essencial que garante qualidade de vida à população, visto sua influência direta no meio ambiente, na saúde e indicadores socioeconômicos. No Brasil, há um déficit de atendimento referente aos serviços de coleta e tratamento de esgotos, bem como precariedade dos sistemas existentes. Os componentes dos sistemas de esgotamento sanitário, em especial as estruturas de concreto armado, estão expostos a ambientes agressivos, o que contribui para a formação de manifestações patológicas. As manifestações patológicas diminuem a durabilidade dessas estruturas e podem gerar danos ao meio ambiente, principalmente em casos de infiltração e necessidade de paralização do sistema para realização de reparos. Visando prevenir a ocorrência dessas anomalias, esse projeto levantou os danos encontrados em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) por meio de registros fotográficos e compilou informações como

manifestações observadas, suas possíveis causas e prognóstico em uma Ficha de Identificação de Danos (FID), elaborada especificamente para a ETE estudada. A partir das informações da FID, foi feita a representação gráfica por meio de um Mapa de Danos. Como resultado, os documentos desenvolvidos permitiram a constatação e registro formal dos problemas patológicos, indicando as manchas causadas por agentes externos e eflorescências como as manifestações mais recorrentes, sendo registradas também fissuras, manchas por infiltração, oxidação, corrosão, ataque por sulfatos e bolor. Concluiu-se a FID e o mapa de danos foram ferramentas importantes para registro histórico da estrutura, possibilitando um melhor acompanhamento e direcionamento para realização de planos de manutenção e correção.

**Palavras-chave:** Manifestações patológicas, Saneamento, Mapa de danos.

## ABSTRACT

Basic sanitation is an essential service that guarantees quality of life for the population, due to direct influence on the environment, health and socioeconomic indicators. In Brazil, there is a shortage of services related to sewage collection and treatment services, as well as the precariousness of existing systems. The components of sanitary sewage systems, especially reinforced concrete structures, are exposed to aggressive environments which contributes to the formation of pathological manifestations. Pathological manifestations decrease the durability of structures and can cause damage to the environment, especially in cases of infiltration and the need to stop the system for repairs. In order to prevent the occurrence of these anomalies, this project to obtain the damages found in a Sewage Treatment Plant (STP) through photographic records and compiled information such as observed manifestations, their possible causes and prognosis in a Damage Identification Form (DIF), specifically designed for the studied STP. Based on DIF information, a graphic representation was made using a Damage Map. As a result, the documents developed allowed the formal verification and registration of pathological problems, indicating the stains caused by external agents and efflorescences as the most recurrent manifestations, and also found cracks, stains by infiltration, oxidation, corrosion, attack by sulphates and mold. The DIF was completed and the damage map was an important tool for the historical record of the structure, allowing for better monitoring and guidance for carrying out maintenance and correction plans.

**Keywords:** Pathological manifestations, Sanitation, Damage Map.

## 1 INTRODUÇÃO

O saneamento básico compreende os serviços de abastecimento de água, coleta de esgoto sanitário, limpeza e drenagem urbana, bem como o manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais (OLIVEIRA, et al., 2020). Dentre os componentes do saneamento básico, destaca-se o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES), uma vez que sua falta impacta diretamente na saúde pública, aumento da desigualdade social, poluição dos recursos hídricos e poluição urbana (ITB; CEBDS, 2014).

Nesse contexto, surge o Novo Marco do Saneamento Básico, sancionado em 15 de julho de 2020, visando alcançar a universalização do atendimento de 99% da

população brasileira com água potável e de 90% da população com coleta e tratamento de esgoto até o final 2033 (BRASIL, 2020). Salienta-se que a sanção do Novo Marco ocorreu no período da Pandemia de COVID-19 que, segundo Jorge (2020), realçou os efeitos da falta de saneamento básico no país, indicando a carência de investimentos no setor.

Na cidade do Recife e Região Metropolitana (RMR) as tratativas para a melhoria do saneamento básico iniciaram-se antes do Marco Legal, por meio de Parceria Público Privada (PPP) de 2013 para serviços referentes ao SES. Esses Sistemas são compostos por canalizações que recebem e conduzem os esgotos, denominadas de rede coletoras, além de Estações Elevatórias de Esgoto (EEE's) e Estações de Tratamento de Esgoto (ETE's) (TSUTYA; SOBRINHO, 2011).

Essas estruturas são expostas, na maioria das vezes permanentemente, a agentes químicos, físicos e biológicos agressivos, como presença de gases metano e sulfídrico, exposição ao sol devido a ambientes em céu aberto e presença de grande quantidade de microrganismos como bactérias e fungos, respectivamente (SCANDELAI et al. 2018). Além disso, fatores como ação mecânica de líquidos em movimento, problemas na execução das obras e falhas de projeto como a falta de cobrimento mínimo e adoção de concreto sem resistência a sulfatos, comprometem a durabilidade e funcionalidade destas estruturas por meio de manifestações patológicas (CAMPANER et al., 2007; LORDSLEEM JR.; FARO, 2017; MACEDO et al., 2020).

As manifestações patológicas nas estruturas de esgotamento sanitário geram, além dos prejuízos citados e gastos para recuperação, danos ambientais. Manifestações como fissuras, a depender de sua localização, podem gerar infiltrações e contaminação do solo, podendo atingir o lençol freático a longo prazo. (HOLANDA e SOARES, 2020; OLIVEIRA et al., 2018; SILVA et al., 2017). Para a FAO (2018) o solo funciona como um filtro para os contaminantes e quando sua capacidade filtrante é superada, os contaminantes podem chegar ao meio ambiente e à cadeia alimentar, causando prejuízos à saúde.

Além disso, de acordo com Dias e Rosso (2011), as manutenções corretivas e preventivas requerem a paralização do sistema, corroborando para o não atendimento aos padrões ambientais estabelecidos pela resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 430 de 2011, bem como normativas 2.001 e 2.002 da CPRH, especificamente no estado de Pernambuco (CONAMA, 2011; CPRH, 2000a; CPRH, 2000b). Segundo Rios (2014), a recuperação das estruturas devido as manifestações

patológicas também implica em prejuízos ambientais, devido ao consumo de recursos naturais e manufaturados.

Para auxiliar na identificação das manifestações patológicas, prevenindo os aspectos citados anteriormente, ferramentas como Ficha de Identificação de Danos (FID) e Mapa de Danos (MD) são essenciais. A FID é utilizada para compilar as principais informações acerca das manifestações patológicas encontradas nas estruturas analisadas. Posteriormente, tais informações são transformadas em representação gráfica por meio do Mapa de Danos, que permite o mapeamento de todos os danos nas estruturas avaliadas (TINOCO, 2009; ROCHA et al., 2018).

Diante da problemática apresentada, faz-se necessário o estudo das manifestações patológicas nas estruturas de esgotamento sanitário, a partir do estudo de suas causas e identificação das manifestações, utilizando-se de ferramentas como a FID e Mapa de Danos. Assim, é possível prevenir a ocorrência das manifestações e atuar com agilidade quando necessário.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para esse trabalho, optou-se pelo desenvolvimento de uma Ficha de Identificação de Danos e Mapa de Danos para uma Estação de Tratamento de Esgoto, situada no município de Ipojuca, um dos integrantes da Região Metropolitana do Recife (Figura 1), em Pernambuco, tendo em vista a escassez de pesquisas que utilizem dessas ferramentas nas estruturas de saneamento. A região metropolitana foi estabelecida pela Lei Complementar nº 14 de 08 de junho de 1973. Inicialmente, a RMR contemplava 9 municípios, incluindo a capital Recife. Atualmente é formada por 14 municípios: Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Igarassu, Abreu e Lima, Camaragibe, Cabo de Santo Agostinho, São Lourenço da Mata, Araçoiaba, Ilha de Itamaracá, Ipojuca, Moreno, Itapissuma e Recife (CARDOSO; OLIVEIRA, 2019; SENADO, 1973).

A Região Metropolitana do Recife localiza-se no litoral oriental no Nordeste brasileiro e está inserida em um contexto climático semelhante ao da capital, Recife, que possui clima tropical úmido, com chuvas concentradas no outono e inverno. Ressalta-se que entre os meses de março e agosto ocorrem os maiores volumes diários de precipitações, ocorrendo registros de deslizamentos de encostas e alagamentos, devido à alta precipitação em um curto período de tempo (WANDERLEY et al., 2018).



Figura 1 - Localização da Região Metropolitana do Recife  
Fonte: adaptado de Google (2020).

A RMR tem uma população estimada de 4.054.866 habitantes (2018), representando 42,7% da população pernambucana e contribui com 63% do PIB pernambucano. A economia da RMR é diversa e engloba o setor industrial e o de serviços, um dos destaques da região é o Complexo Portuário Industrial de Suape, um hub port situado em Cabo de Santo Agostinho e Ipojuca (PDUI, 2020).

De acordo com o IBGE Cidades, o município de Ipojuca conta com 80.637 pessoas e possui um PIB per capita de R\$ 115.089,32 e um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,619. As informações de território e ambiente (Tabela 1) apontam que o município está localizado em um sistema costeiro marinho e seu bioma predominante é o da Mata Atlântica (IBGE, 2020b).

Tabela 1 - Dados de Território e Ambiente - Município de Ipojuca

<b>Território e Ambiente</b>	<b>Ano Base</b>	<b>Dados</b>
Área territorial (km <sup>2</sup> )	2019	521,801
Esgotamento sanitário adequado (%)	2010	50,6
Arborização das vias públicas (%)	2010	24,9
Urbanização de vias públicas (%)	2010	22,1
Bioma	2019	Mata Atlântica
Sistema Costeiro-Marinho	2019	Pertence
Temperatura média anual (°C)	-	24,5

Como mencionado, a Estação de Tratamento de Esgoto estudada está localizada no município de Ipojuca (Figura 2), próxima ao Complexo de Suape e é composta por 03 Reatores Anaeróbios de Fluxo Ascendente (RAFAS), 03 Filtros Anaeróbios e 08 leitos

de secagem. Assim como Recife, o município de Ipojuca está em uma área considerada litorânea, porém com uma temperatura mais amena.









A inspeção preliminar foi realizada a partir de 17 registros fotográficos existentes do acervo pessoal de (OLIVEIRA, 2019). Os registros foram avaliados de modo a identificar o problema patológico presente e suas implicações, além de coleta de informações da localização das manifestações, visando posterior representação no Mapa de Danos.

Visando melhor representação, foram feitas identificações próprias para cada manifestação patológica encontrada (Tabela 2).



Figura 2 - Localização da Estação de Tratamento de Esgoto  
Fonte: adaptado de Google (2020)

Tabela 2 - Identificação por manifestação patológica

Simbologia	Manifestação Patológica	Simbologia	Manifestação Patológica
	Ataque por Sulfatos		Fissuras
	Bolor		Manchas causadas por Agentes Externos
	Corrosão		Manchas causadas por Infiltração
	Eflorescência		Oxidação

Fonte: Autores.



Para compilar as manifestações patológicas detectadas preliminarmente nos registros fotográficos, foi desenvolvida uma Ficha de Identificação de Danos (FID). Ressalta-se que a FID foi desenvolvida especificamente para a estrutura em questão, entendendo-se que essa estrutura faz parte de um sistema exposto a agentes agressivos (TINOCO, 2009; ROCHA et al., 2018).

No início da FID proposta (Figura 3), foram inseridos os campos de número da ficha, local avaliado e avaliador, com o objetivo de permitir o rastreo das informações pelo número da FID. Em seguida, foi inserido o campo de localização, destinado à descrição sucinta do local que o registro fotográfico se refere e, ao lado, foi informada a data em que a foto foi capturada. Os registros fotográficos avaliados foram inseridos e, sempre que necessário, algumas partes das fotos foram ampliadas visando melhor detalhamento, assim têm-se os subitens “a., b., c.” para melhor identificação dos problemas patológicos. As informações das manifestações patológicas aparentes na estrutura, bem como suas possíveis causas e prognóstico foram inseridas ao lado dos registros, relacionando com as letras indicadas sempre que necessário.

Número da FID

Nº 01/2020


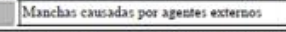

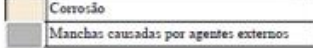
FICHA DE IDENTIFICAÇÃO DE DANOS	
Local: Estação de Tratamento de Esgoto em Ipojuca - Pernambuco	
Avaliador: Lais Oliveira	
Localização: Canal de Distribuição (RAFA)	Data do registro: 11/01/2019
	<b>Manifestação Patológica</b> a. Manchas causadas por agentes externos  <b>Possíveis Causas</b> a. Manchas nas cores preta e cinza, provavelmente causadas pela ação das chuvas e pela presença de sujidades  <b>Prognóstico</b> a. Danos Estéticos
	
Localização: Canal de Distribuição (RAFA)	Data do Registro: 10/01/2019
	<b>Manifestação Patológica</b> a. Corrosão b. Manchas causadas por agentes externos  <b>Possíveis causas</b> a. Gás carbônico, exposição aos gases oriundos do tratamento anaeróbio, exposição a temperaturas elevadas, proximidade com o mar b. Manchas nas cores preta e cinza, provavelmente causadas pela ação das chuvas e pela presença de sujidades  <b>Prognóstico</b> a. Danos estéticos e, a longo prazo, danos funcionais b. Danos estéticos
	

Figura 3 - Ficha de Identificação de Danos Elaborada  
Fonte: Autores.

A partir das informações compiladas na FID, foi elaborado o Mapa de Danos por meio do software AutoCAD, proporcionando, a partir de representação gráfica, a relação das manifestações patológicas e sua localização.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da FID elaborada para os 03 canais de distribuição situados acima dos tanques RAFA (a função do canal é receber o esgoto proveniente da caixa de areia e o direcionar para os reatores) foi verificado que os registros apontam, sobretudo, presença de manchas causadas por agentes externos, possivelmente causadas pelas chuvas, já que não se trata de uma área coberta, em toda a laje do filtro e no canal de distribuição.

Além disso, no guarda-corpo e nas tampas de ferro foi encontrada ferrugem e o processo de corrosão dos elementos devido ao contato do metal com o gás carbônico do ambiente ou até com os gases gerados no tratamento do efluente. Apesar disso, como prognóstico, têm-se danos estéticos, de modo que, à longo prazo, a corrosão pode gerar danos funcionais, principalmente se os gases liberados no tratamento entrarem em contato com o meio ambiente.

Na Fachada Lateral Direita do RAFA e do Filtro identificou-se manchas causadas por agentes externos devido às chuvas e sujidades, bem como pontos de eflorescência, indicados por uma mancha branca com aspecto de pó. A eflorescência ocorre devido a umidade e configura-se, nesse caso, como um dano estético podendo acarretar em danos funcionais à longo prazo. Ressalta-se ainda a presença de uma linha horizontal saliente, denominada de junta fria que, apesar de não ser considerada um problema patológico foi registrada na FID como ponto de atenção, por ser uma parte mais frágil da estrutura.

Na Fachada Posterior do Filtro Anaeróbio, na qual pode ser observada uma eflorescência que abrange uma área considerável com característica de “escorrimento”, indicando a presença de uma infiltração. Nesse caso, a eflorescência indica um dano funcional, podendo evoluir para dano estrutural. Além disso, foram encontradas manchas causadas por agentes externos, fissuras verticais e fissuras mapeadas. A provável causa para ocorrência das fissuras nessa ETE é a ocorrência de ataque por sulfatos, ambas apresentam um dano estético, porém as fissuras mapeadas podem apresentar mais facilmente danos funcionais devido à expansão do concreto e perda de resistência devido a atuação dos sulfatos.

A Fachada Principal do RAFA apresentou principalmente manchas causadas pelas chuvas e diversos pontos de eflorescência, indicando presença de umidade que pode



ser gerada por pontos de infiltração distribuídos por toda a fachada principal e, por isso, as eflorescências encontradas foram classificadas como danos estruturais. Os registros apontaram, além dos problemas patológicos já citados, oxidação no entorno das tubulações de recalque, causada provavelmente pelo contato entre o líquido vazamento da tubulação e o gás carbônico. Além disso, foi registrada presença de fissuras radiais ao redor do flange cego do reator anaeróbio.

As informações compiladas na FID foram representadas graficamente no Mapa de Danos desenvolvido para a Planta Baixa do RAFA (Figura 4), Fachada Principal do RAFA (Figura 5), Fachada Posterior do RAFA (Figura 6), Fachada Lateral Direita da ETE (Figura 7) e Fachada Posterior do Filtro (Figura 8).

O MD auxilia na identificação das eflorescências e manchas causadas por agentes externos como as manifestações mais incidentes em todas as vistas contempladas. A fachada principal do RAFA foi a mais afetada por manifestações patológicas, a representação gráfica possibilitou a visualização dos diversos pontos de eflorescência citados na FID e de alguns pontos de fissuração que provavelmente acarretarão em formação de mais eflorescências, caracterizando danos estruturais. O mesmo padrão, porém, com menor incidência de manifestações ocorreu na fachada lateral direita da ETE, fachada posterior do RAFA, e fachada posterior do filtro. O mapa de danos para a planta baixa do reator indicou a abrangência das manchas externas e corrosão.

Além de possibilitar um panorama geral das manifestações de acordo com as vistas desenhadas, o mapa possibilitou um registro formal e visual simples da situação da Estação de Tratamento de Esgoto estudada para a data dos registros fotográficos, corroborando para a conservação da memória da estrutura, aspecto importante visando sua operação, em convergência com o obtido por Rocha et al. (2018). Semelhante à Macedo (2016), o MD mostrou diretrizes para futuras intervenções, podendo servir de base também para orçamentos.

As identificações de patologias de forma visual, apesar de não possuir a mesma precisão de métodos mais avançados, propõe, a partir da expertise e know-how de profissionais experientes a adoção de metodologias construtivas e soluções de baixo custo e grande eficácia na prevenção e correção desses tipos de problemas encontrados nas estruturas (Oliveira et al., 2020).

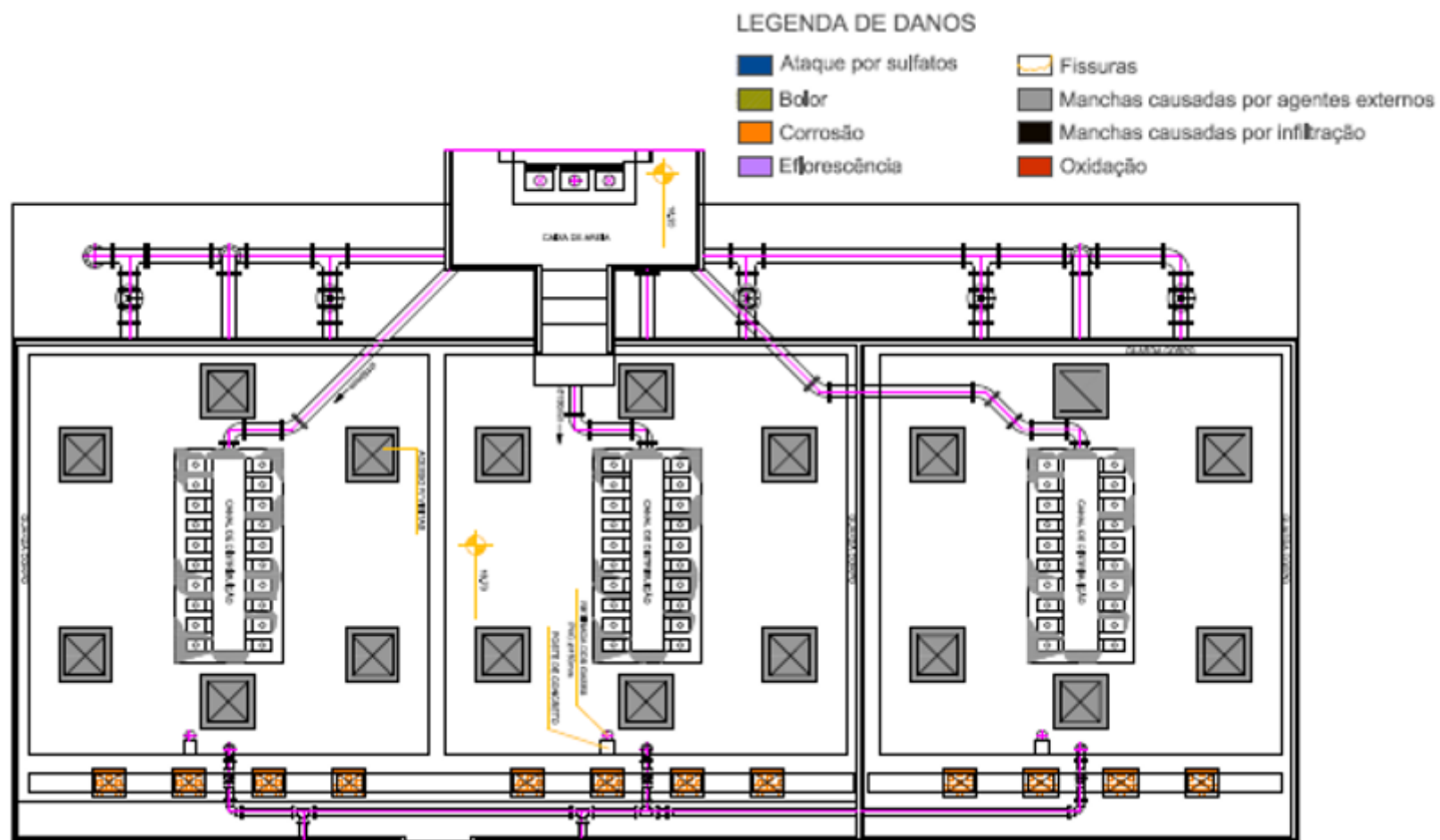
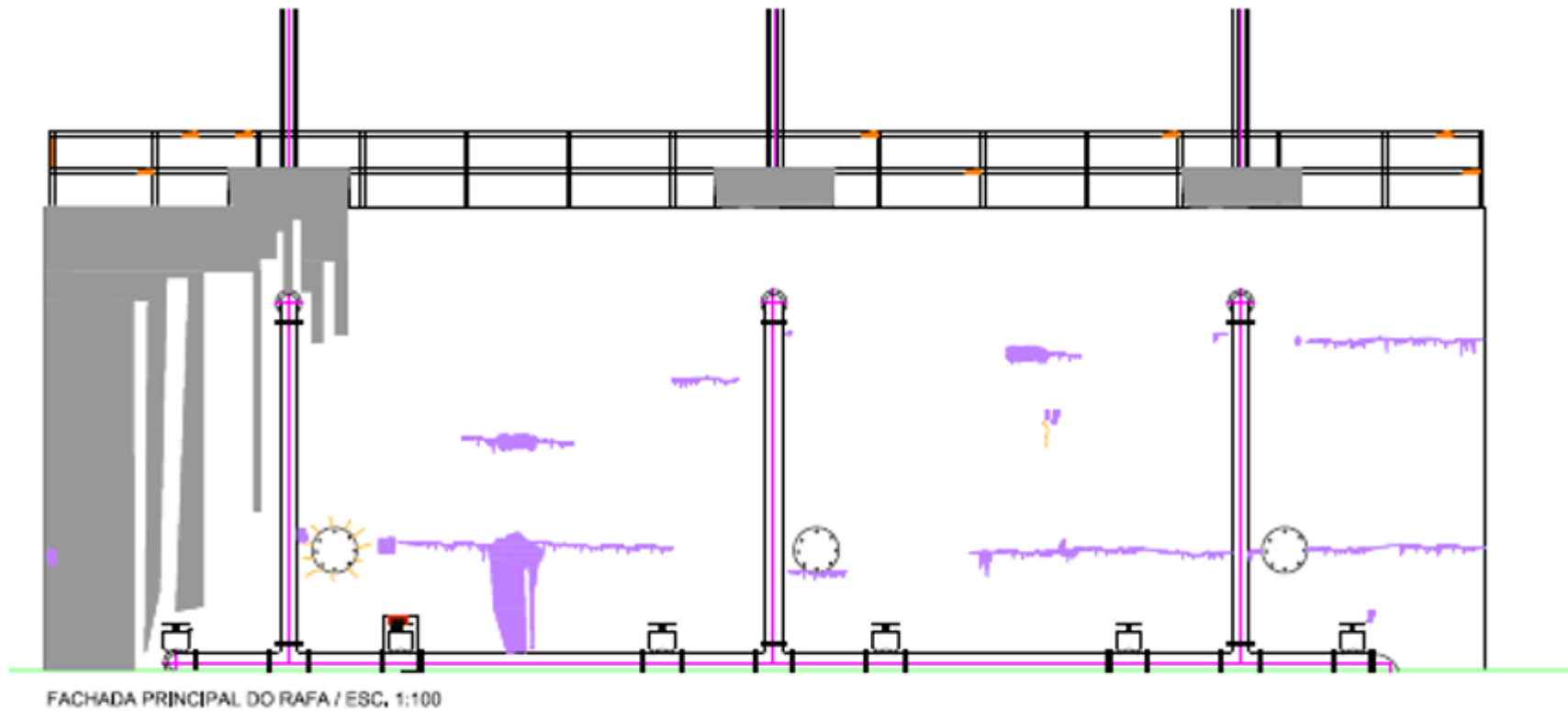


Figura 41 - Mapa de Danos da Planta Baixa do RAFA  
Fonte: Autores.



FACHADA PRINCIPAL DO RAFA / ESC. 1:100

LEGENDA DE DANOS

- |  |   |
|--|---|
|  Ataque por sulfatos |  Fissuras                              |
|  Bolor               |  Manchas causadas por agentes externos |
|  Corrosão            |  Manchas causadas por infiltração      |
|  Efflorescência      |  Oxidação                              |

Figura 52 - Fachada Principal do RAFA  
Fonte: Autores.

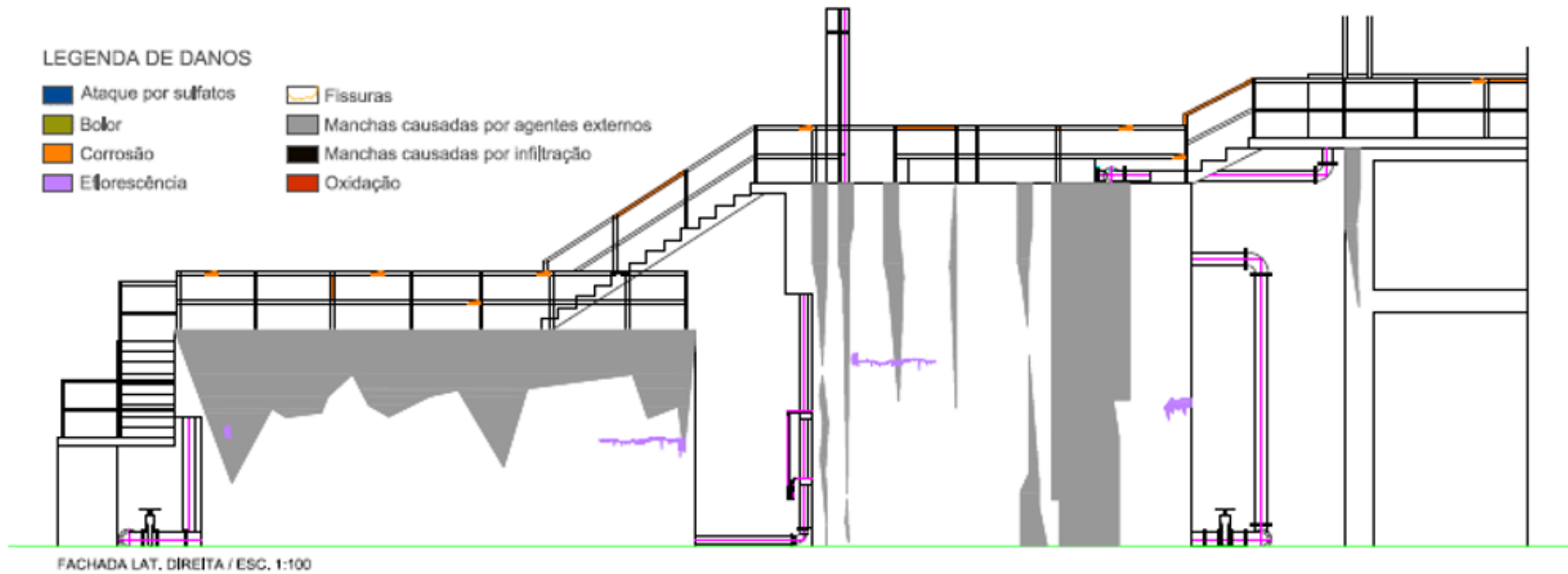


Figura 6 - Fachada Lateral Direita da ETE  
Fonte: Autores.

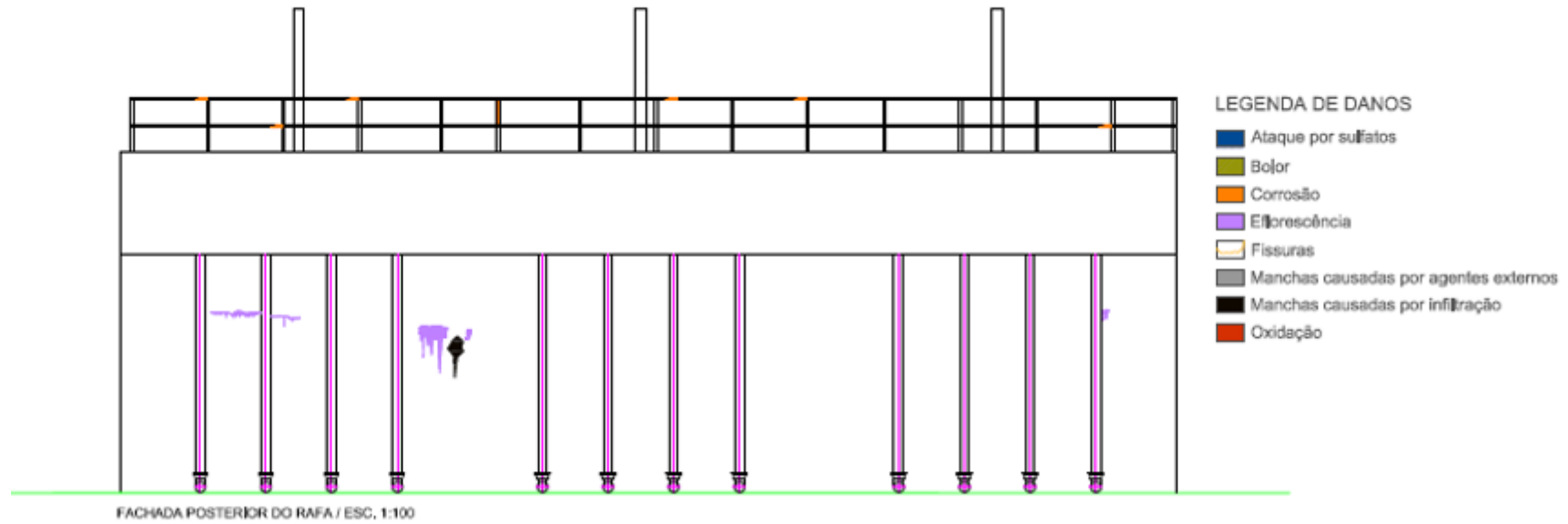


Figura 7 - Fachada Posterior do RAFA

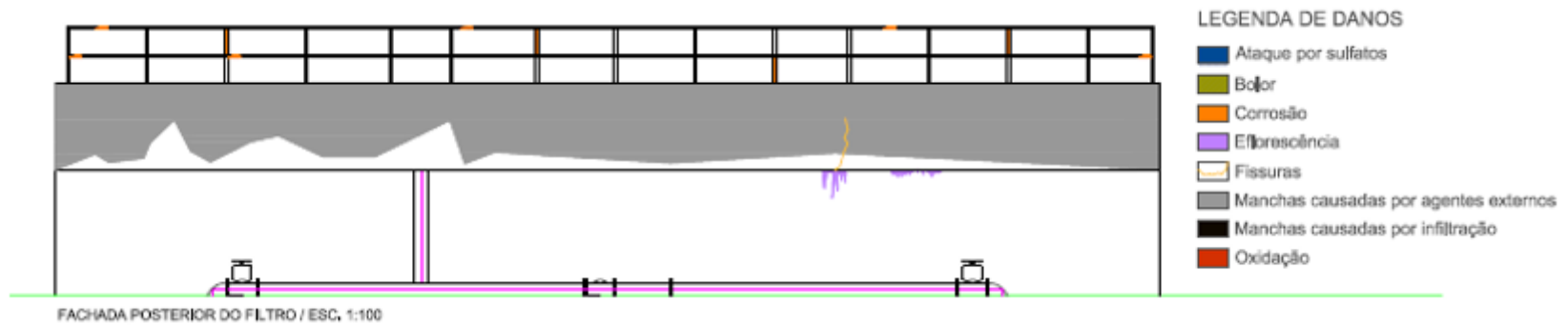


Figura 8 - Fachada Posterior do Filtro  
Fonte: Autores.

#### 4 CONCLUSÕES

O presente projeto de pesquisa foi motivado pela escassez da utilização de ferramentas como Ficha de Identificação de Danos e Mapa de Danos para registro das manifestações patológicas nas estruturas do saneamento. Além disso, foi verificada a inter-relação entre a ocorrência dos problemas patológicos e os prejuízos ao meio ambiente para tais estruturas.

O primeiro objetivo específico referia-se à avaliação das manifestações encontradas por meio da padronização da análise, atendido satisfatoriamente pela elaboração da FID que foi formatada com os mesmos campos de preenchimento para todos os registros fotográficos e contemplou itens como manifestações aparentes da estrutura, possíveis causas e prognóstico, permitindo uma análise correta dos problemas patológicos encontrados. O segundo objetivo remetia à avaliação da importância da representação visual dos problemas patológicos na ETE, constatado pela elaboração do Mapa de Danos que possibilitou maior facilidade de representação e visualização geral das fachadas da ETE. As ferramentas citadas permitiram o alcance do terceiro objetivo específico, discutir a relação entre as manifestações encontradas e seus possíveis danos à estrutura, atendido pelo levantamento e análise das informações mais detalhadas da FID, em conjunto com a facilidade de visualização do MD.

Assim, manifestações como manchas causadas por agentes externos e eflorescências foram a que mais ocorreram, destacando-se também a presença de manchas de infiltração, fissuras e oxidação. Dentre as fachadas avaliadas, a fachada principal do RAFA apresentou a maior ocorrência de manifestações, caracterizando a presença de danos estruturais.

Em síntese, as ferramentas se mostraram eficientes para registro do histórico da ETE, auxiliando no diagnóstico das manifestações que podem ser identificadas à olho nu. Como limitante da metodologia utilizada, a gravidade de alguns problemas patológicos precisaria ser confirmada por meio de ensaios específicos. Contudo, os documentos elaborados serviriam de base para tais ensaios.

Diante da situação da ETE estudada, confirmou-se o estado de deterioração das estruturas de saneamento já existentes, sendo necessária a continuidade de estudos como esses e que indiquem métodos para manutenção e recuperação, visando maior vida útil e durabilidade dos elementos.



## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984. Brasília, DF: Presidência da República, [2020]. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm). Acesso em: 18 ago. 2020.

CAMPANER, S.K; CARVALHO, M.J.H; LOBO, A.V.L. Deterioração, durabilidade e intervenção em estruturas de concreto de obras de saneamento. Revista Concreto & Construções Ibracon, São Paulo, v. 47, p. 67-70, 2007.

CARDOSO, C.B.S.; OLIVEIRA, C.M.C. Transição da estrutura etária e desafios para o desenvolvimento humano em Pernambuco: uma análise do índice de vulnerabilidade social da Região Metropolitana do Recife. Revista Ciência&Trópico, v. 43, n. 1, p. 59-71, 2019. DOI: 10.33148/CeTropico-v.43,n.1(2019)\_1825.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do CONAMA. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-430-de-13-de-maio-de-2011/view>. Acesso em: 06 set. 2020.

CPRH – Agência Estadual do Meio Ambiente. Norma Técnica N.2001, de 21 de fevereiro de 2000. Controle de Carga Orgânica em Efluentes Líquidos Industriais. Pernambuco: CPRH, 2000a. Disponível em: [http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas\\_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp](http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp). Acesso em: 08 set. 2020.

\_\_\_\_\_. Norma Técnica N. 2002, de 21 de fevereiro de 2000. Controle de carga orgânica não industrial. Pernambuco: CPRH, 2000b. Disponível em: [http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas\\_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp](http://www.cprh.pe.gov.br/licenciamento/normas_tecnicas/39931%3B63932%3B1529%3B0%3B0.asp). Acesso em: 08 set. 2020.

DIAS, A.P.; ROSSO, T.C.A. Análise dos Elementos Atípicos do Sistema de Esgoto – Separador Absoluto – Na cidade do Rio de Janeiro. Revista Engevista, v. 13, n. 3, p. 177-192, 2011.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. FAO: Aumento da contaminação do solo ameaça segurança alimentar. FAO, Brasil, 2018. (Seção Desenvolvimento Sustentável). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-aumento-da-contaminacao-do-solo-ameaca-seguranca-alimentar/>. Acesso em: 30 ago. 2020.

HOLANDA, M. A. C. R.; SOARES, W. A. Estudo da transferência de calor em solos do nordeste brasileiro. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 49095-49104, 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2020a. ISBN 978-65-87201-11-5.

\_\_\_\_\_. IBGE Cidades – Panorama do Município de Ipojuca. Rio de Janeiro: IBGE, 2020b. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/ipojuca/panorama>. Acesso: 30 set. 2020.

ITB – Instituto Trata Brasil; CEBDS – Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. Benefícios Econômicos da expansão do saneamento brasileiro: qualidade de vida, produtividade, educação e valorização ambiental. ITB; CEBDS: Brasil, 2014.

JORGE, C.E.L. Saneamento: novo Marco Legal e a pandemia COVID-19. Revista Concreto & Construções do Ibracon, São Paulo, v. 98, 2020. Disponível em: [http://ibracon.org.br/Site\\_revista/Concreto\\_Construcoes/pdfs/edicao98/entidades98.pdf](http://ibracon.org.br/Site_revista/Concreto_Construcoes/pdfs/edicao98/entidades98.pdf). Acesso em: 30 ago. 2020.

LORDSLEEM JR., A.C.; FARO, H.B. Descolamento de revestimento de fachada: estudo de caso. Revista ALCONPAT, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 148-159, 2017. eISSN 2007-6835. MACEDO, J. V. S.; SILVA, J. A. F.; BATISTA, P. I. B.; MONTEIRO, E. C. B.; MOURA JÚNIOR. J. M.; TEIXEIRA. I. A. R.; CAVALCANTI, L. R. Inspeção e Recuperação de Estrutura de Concreto em Edificação Escolar: Estudo de Caso. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 55611-55624, 2020.

MACEDO, J. V. S.; BATISTA, P.; LOPES, P.; SOUZA, R.; MONTEIRO, E. Manifestações patológicas causadas pela umidade devido à falha ou ausência de impermeabilização: estudo de caso. CONPAR - Conferência Nacional de Patologia e Recuperação de Estruturas, Recife, 2017.

OLIVEIRA, D.B.C. Registros fotográficos ETE da RMR . Acervo pessoal, Recife, 2019. OLIVEIRA, D. B. C.; BELO, P. O.; SOARES, W. A.; MONTEIRO, E. C. B. Caracterização de manifestações patológicas em estações elevatórias e de tratamento de esgotos. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 7, p. 271-283, 2020. OLIVEIRA, D.B.C.; SOARES, W.A.; HOLANDA, M.A.C.R. Effects of rainwater intrusion on an activated sludge sewer treatment system. Revista Ambiente & Água, v. 15, n. 3, Taubaté, 2020.

OLIVEIRA, D.B.C.; SOARES, W.A.; HOLANDA, M.A.C.R. Análise de Desempenho de Modelos de Infiltração Unidimensional de Água do Solo. Revista Águas Subterrâneas, v. 32, n. 1, p. 35-42, 2018.

PDUI – Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado. A Região Metropolitana do Recife. Disponível em: <https://www.pdui-rmr.pe.gov.br/RMR>. Acesso em: 01 out. 2020.

RIOS, M.B.C. Estudo de Aspectos e Impactos Ambientais nas Obras de Construção do Bairro Ilha Pura – Vila dos Atletas 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

ROCHA, E.A.; MACEDO, J.V.S.; CORREIA, P.; MONTEIRO, E.C.B. Adaptação de mapa de danos para edifícios históricos com problemas patológicos: Estudo de Caso da Igreja do Carmo em Olinda PE. Revista ALCONPAT, v. 8, n. 1, p. 51-63, 2018. eISSN 2007-6835.

SENADO FEDERAL. Lei Complementar nº 14, de 08 de junho de 1973. Estabelece as regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Recife, Salvador, Curitiba, Belém e Fortaleza. Brasília: Senado Federal, 1973. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/540719/publicacao/15781420>. Acesso em: 20 set. 2020.

SILVA, F., SCALIZE, P.S., CRUVINEL, K.A.S, ALBUQUERQUE, A. Caracterização de solos residuais para infiltração de efluente de estação de tratamento de esgoto. *Revista Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 22, n. 1, p. 95-102, 2017.

TINOCO, J.E.L. Mapa de Danos – Recomendações Básicas. CECI - Textos para discussão – Série 2: Gestão do restauro. Olinda, Pernambuco, 2009, v. 43, 23p. ISSN: 1980-8267.

TSUTYA, M.T.; SOBRINHO, P.A. Coleta e Transporte de esgoto sanitário. 3ª ed. São Paulo: Editora ABES, 2011.

WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R. S.; MOREIRA, R. S.; ANJOS, R. S.; ALMEIDA, C. A. P. As chuvas na cidade do Recife: uma climatologia de extremos. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 22, 2018. ISSN: 2237-8642.