



USO DO GEOPROCESSAMENTO NO CONTROLE E MONITORAMENTO DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA CIDADE DO RECIFE/PE

Eduardo Antonio Maia Lins*, Ozandir Frazão da Silva Junior², Glauber Carvalho Costa³

* Professor da Universidade Católica de Pernambuco e Instituto Federal de Pernambuco, eduardomaialins@gmail.com

RESUMO

Recife é um município que apresenta uma carência em saneamento básico, sabe-se que esgotamento sanitário é o um dos principais viés de impactos negativos ao meio ambiente, saúde e social, desde já é pertinente aplicar o sistema de geoprocessamento para controle e monitoramento das redes implementando medidas mitigadoras, redução problemáticas utilizando processamento de dados geográficos, visando uma melhoria contínua das redes através de cadastros realizados, mapeando todo sistema de esgotamento sanitário. O objetivo deste trabalho é demonstrar o emprego das ferramentas de geoprocessamento desde seu planejamento, passando pelas coletas de dados em campo até a consolidação dos dados levantados na base do Sistema de Informação Geográfico (SIG), para mapear e realizar o cadastro do esgotamento sanitário, relatar quais as ferramentas e geotecnologias aplicadas para realização da atividade cadastral e especificar mapas gerados como produto final. A metodologia consiste do embasamento de conceitos e práticas do projeto, com fase inicial em planejamento e prospecção da localidade, aerolevantamento por VANT, uso de drone ARP para atualização da base cartográfica, execução de atividades em campo, recursos tecnológicos aplicados, cadastro e elaboração de mapas temáticos com dados que foram levantados. Com a realização de todas as etapas os resultados obtidos no presente estudo, propõe uma melhor gestão de cadastro das redes, melhorias nas informações de dados coletados, atualização constante dos dados para futuras atividades de Manutenção de redes, implantação de obras e viabilidades de projetos. O presente estudo apresenta os trabalhos realizados que vislumbra atingir o cadastro tornando com informações o mais real possível das características do sistema de esgotamento sanitário na plataforma GIS e a importância do mapeamento.

PALAVRAS-CHAVE: Geoprocessamento, Esgotamento Sanitários, ARP, VANT e Geotecnologias

ABSTRACT

Recife is a municipality with a lack of basic sanitation, it is known that sewage is one of the main biases of negative impacts on the environment, health and social, since it is already pertinent to apply the geoprocessing system to control and monitor networks implementing mitigating measures, reducing problems using geographic data processing, aiming at a continuous improvement of networks through registrations, mapping the entire sanitary sewage system. The objective of this work is to demonstrate the use of geoprocessing tools from their planning, through data collection in the field to the consolidation of the data collected on the basis of the Geographic Information System (GIS), to map and perform the sanitary sewage registry, report which tools and geotechnologies are applied to carry out the cadastral activity and specify maps generated as the final product. The methodology consists of basing the concepts and practices of the project, with an initial phase in planning and prospecting the site, aerial survey by UAV, use of an ARP drone to update the cartographic base, execution of activities in the field, applied technological resources, registration and preparation of thematic maps with data that have been collected. With the completion of all the steps the results obtained in the present study, it proposes a better management of the registration of the networks, improvements in the information of collected data, constant updating of the data for future activities of maintenance of networks, implantation of works and viability of projects. The present study presents the works carried out that envisages reaching the registry, making information about the characteristics of the sewage system on the GIS platform as real as possible and the importance of mapping.

KEY WORDS: Geoprocessing, Sewerage, RPA, UAV e Geotechnologies

1. INTRODUÇÃO

Um dos fatores determinantes na qualidade de vida da população de uma cidade, são os serviços de saneamento básico, pois ações efetivas de gestão da rede e o aumento de investimentos nesse setor, têm impactos diretos sobre a saúde pública dos habitantes, entretanto a realidade encontrada na maioria das cidades do país é a de sistemas com cobertura e capacidade insuficientes para atender as demandas, e com condições de operação inadequadas, devido sobretudo a falta de investimentos em sistemas de gestão e planejamento efetivos.



O sistema de esgotamento sanitário da cidade do Recife, área de estudo do presente artigo, é gerido pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), de gerência pública estadual, abrangendo suas ações nas cidades do interior do estado de Pernambuco e Região Metropolitana do Recife (RMR), esta última composta por 7 municípios (Recife, Cabo de Santo Agostinho, Jaboatão dos Guararapes, Olinda, Paulista, Abreu e Lima e São Lourenço da Mata), cujo sistema atende 32% da população na RMR e 20% nas demais regiões do estado (COMPESA, 2020). No ano de 2013 a COMPESA por meio de uma Parceria Público-Privada (PPP) com vigência de 35 anos, firmou um programa de recuperação, operação e expansão dos sistemas de esgotamento sanitário na RMR, objetivando melhorar esse quadro e ampliar o atendimento.

A empresa privada vencedora do processo licitatório e responsável pelo projeto, teve como primeira ação, a confecção de uma base cartográfica das cidades abrangidas pelo projeto, tendo como meta a elaboração do planejamento das ações de cadastro da rede de esgotamento existente, para promover seu posterior gerenciamento. A base cartográfica foi elaborada por meio do levantamento aerofotogramétrico convencional, com aeronaves não tripuladas, juntamente com levantamentos topográficos de apoio realizados em campo, essa etapa precedeu os trabalhos de coleta e atualização dos dados cadastrais da rede de esgotamento existente, que foram posteriormente alimentados no programa de geoprocessamento ArcGIS comercializado pela empresa Environmental Systems Research Institute (ESRI, 2020).

Nos dias atuais, um dos componentes mais relevantes para as organizações é a capacidade de gerar informações corretas para possíveis tomadas de decisões. A informação é um dos recursos mais estratégicos para a condução de projetos e políticas públicas ou privadas. Dados atualizados e precisos facilitam a consulta rápida pelos diversos níveis das organizações, possibilitando maior controle e permitindo a geração de novos produtos e otimização dos recursos gerados (SANTOS, 2004).

O uso das ferramentas computacionais de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), associadas a leituras de equipamentos de coleta de dados em campo, aplicativos para Smartphone ou Tablets e programas de processamento e interpretação de dados, foi a metodologia de trabalho utilizada pela empresa privada para desenvolver o projeto de cadastro e gestão da rede de esgotamento na RMR. Hoje as informações geradas pelas ferramentas de SIG, viabilizam a tomada rápida de decisões por parte dos gestores, entretanto para montá-la, é necessária a soma de tecnologias e metodologias de trabalhos, principalmente para ultrapassar as dificuldades enfrentadas no levantamento de redes subterrâneas pré-existentes, devido as informações existentes estarem comumente desatualizadas, desconforme com o observado em campo, ou pela ocorrência de dados inexistentes.

2. OBJETIVOS

O presente artigo tem como objetivo principal apresentar e discutir a experiência prática de um projeto de mapeamento e cadastro do sistema de esgotamento sanitários na cidade do Recife/PE, descrevendo como foram adotadas as ferramentas de geoprocessamento para a elaboração de um Sistema de Informações Geográficas – SIG, destinado a gestão e tomadas de decisões.

3. METODOLOGIA

Abaixo segue uma descrição das etapas do projeto de cadastro da rede de esgotamento da RMR realizada a partir de 2013, resultante da PPP entre o Governo do Estado de Pernambuco a empresa privada, desde a fase inicial do planejamento, execução de atividades em campo, recursos tecnológicos utilizados e adversidades encontradas, até por fim a elaboração de mapa cadastral da rede de esgotamento no programa ArcGIS, isso resultando do emprego de equipamentos de medição de campo, associados ao uso de aplicativos para Smartphone ou Tablet, que permitiu a compilação de informações georreferenciadas e sistemas computacionais para o processamento dos dados.

3.1. Área de Estudo

A região de estudo foi a cidade do Recife no estado de Pernambuco, e segundo os dados propostos por SNIS (2017) e Machado *et al.* (2018), Recife possui uma área total de 218,435 km², contemplando aproximadamente uma extensão de 1.543,03 km de rede de esgotamento sanitário, atende uma população de 696.014 per capita, com volume coletado de 43.539,66 m³/ dia em 94 bairros, e é dividida em 6 Regiões Político Administrativas (RPA's), conforme mostrado na Figura 1, e destaca-se que da cidade do Recife apresenta deficiências nas questões de saneamento básico, como por exemplo a presença de esgoto a céu aberto e coleta e tratamento do esgoto sanitário adequados.



Figura 1: Mapa de localização das RPA's da cidade do Recife. Fonte: Adaptado de Miranda (2014).

3.2. Coleta e Processamento de Dados

A coleta de dados cadastrais foi complementada e atualizada por meio de atividades em campo, planejadas a partir da base cadastral georreferenciada previamente elaborada, resultante da compilação das ortoimagens processadas dos levantamentos aerofotogramétricos tripulados realizados logo no início do projeto, juntamente com a base cadastral resultante da vetorização das ortoimagens, e por fim, das informações cadastrais pré-existent no banco de dados da COMPESA. O cadastro em campo acompanhou as etapas indicadas no fluxograma abaixo (Figura 2), onde foi incorporado além da coleta de dados cadastrais da rede de esgoto, também um processo de atualização continuada da base cartográfica, elaborada em 2013 por meio do Aerolevantamento com Aeronave Remotamente Pilotada (ARP).

Como etapa inicial dos trabalhos de campo, era realizado um aerolevantamento com o emprego da ARP, precedido da implantação de marcos topográficos e de pontos de controle e de apoio em solo (Ground Control Points - GCP's), por meio de rastreamento GNSS, destinado a coleta das coordenadas tridimensionais desses pontos de apoio, cuja a função primordial da materialização dos GCP's, foi de viabilizar o georreferenciamento das ortoimagens que foram geradas e incorporadas a base cartográfica pré-existente, permitindo avaliar a necessidade de atualizações, e de corrigir possíveis divergências com as informações observadas em campo. Como etapa seguinte, foi realizado o levantamento Topográfico Convencional, utilizando Estação Total, Nível e Receptor GNSS, para determinação das cotas e localização da rede de esgotamento existente, associado ao uso de equipamentos do tipo Digicat/Digitres e aplicações para Smartphone ou Tablet como o Collector, que abastecia por sua vez a base implantada no programa ArcGIS.

Como etapas de escritório, as ortoimagens geradas pelo ARP e processadas no programa Metashape, foram incorporadas a base cadastral do ArcGIS, como também todos os dados de campo cadastrais foram consolidados em uma base única, por meio de tabelas de atributos, criadas com base nas informações coletadas pelo Aplicativo Collector e pelo levantamento topográfico. Como etapa final, após incorporação dos dados de campo e consolidação da Base Cartográfica da Rede Esgotamento existente, obtinha-se um mapa cadastral atualizado da área levantada, que permitiu o planejamento e a execução dos planos de ação corretivas e preventivas da rede de esgotamento.

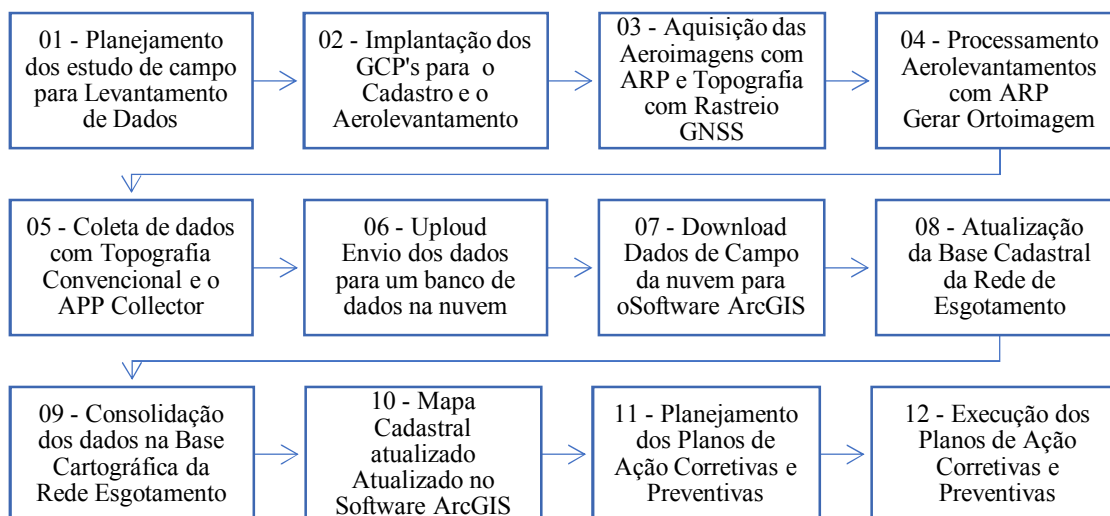


Figura 2: Fluxograma das etapas do levantamento e processamento de dados. Fonte: Autores (2020)

3.2.1 Aerolevanteamento com ARP e Apoio Geodésico

O levantamento topográfico adotou como referencial, o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) no Datum Horizontal SIRGAS 2000, e o referencial altimétrico no DATUM de Imbituba-SC, sendo densificada uma rede planialtimétrica de apoio na área de estudo, a partir de uma rede pré-existente (Figura 3a) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utilizada tanto para apoiar os levantamentos realizados com a topografia convencional (Estação Total, Nível e Receptor GNSS), quanto com os aerolevanteamentos executados com o ARP. A rede de marcos geodésico possibilitou também a obtenção de um Modelo Geoidal Local (MGL), que foi fundamental no cálculo das cotas das redes de esgotamento e dos GCP's, quando se utilizava o rastreo GNSS, pois permitia converter a Altitude Geométrica em Altitude Ortométrica com maior precisão e confiabilidade.

O aerolevanteamento realizado com o ARP modelo DJI Phantom 4 pro (Figura 3b), e teve como finalidade manter uma atualização continuada das ortomagens pré-existentes, que foram levantadas com aerofotogrametria utilizando aeronave tripulada, realizada a partir de 2013, e possibilitou a elaboração da Base Cartográfica inicial do projeto. Uma outra função dos aerolevanteamentos com ARP, foi a de detectar por meio das aeroimagens, a existência de pontos de despejo clandestino de esgoto, monitorar o andamento das obras em execução das estações de tratamento de esgotos e estações elevatórias, dentre outras ações corretivas e preventivas em construção em campo.



(a)



(b)

Figura 3 (a) Rastreo GNSS para implantação dos marcos geodésicos de apoio; (b) ARP modelo DJI Phantom 4 pro utilizado no Aerolevanteamento. Fonte: Acervo BRK Ambiental (2020).

3.2.2 Cadastro da Rede Subterrânea de Esgotamento Sanitário

Foram utilizados três metodologias para o cadastro da rede subterrânea de esgotamento sanitário na área do projeto, sendo a primeira através do emprego do equipamento Leica DigiCat 750i da empresa Leica Geosystems (Figura 4a), adotado para mapear as redes subterrâneas de esgoto, possibilitou localizar a conexão entre os poços de visita e cadastrar o caminhamento das redes, o Leica DigiCat 750i é munido de sistema de cabo condutor, e dispositivo transmissor e detecção de ondas eletromagnéticas. O seu funcionamento consiste na inserção do cabo condutor na tubulação da rede de esgotamento, e por meio da aplicação simultânea do sistema transmissor e detector, é possível localizar e mapear o caminhamento da rede existente, juntamente com o auxílio de equipes de topografia utilizando receptor GNSS, foi feita a coleta das coordenadas tridimensionais de localização das redes de esgotamento existente.

Outra técnica adotada para identificar o caminhamento da rede de esgotamento e a conexão entre os poços de visita, foi adotado do uso de corante (Figura 4b), onde o mesmo era lançado no lado da montante, e por meio da gravidade e escoamento desse corante na rede, tinha-se a confirmação do fluxo da rede de esgoto, após constatar-se a chegada do corante do poço de visita a jusante. E por fim, deu-se também a atuação do caminhão hidrojetado (Figura 4c), para apoiar as duas técnicas anteriores, utilizado para esgotar o poço de visita que se encontrava-se afogado, ou hidrojetear a rede obstruída, serviu também para verificar a conexão dos poços de visitas através do sistema de tubulação do hidrojetado.



(a)



(b)



(c)

Figura 4. (a) Levantamento com Leica DigiCat 750i; (b) Aplicação de corante no poço de visita para verificação do escoamento e mapeamento de rede; (c) Caminhão hidrojetado. Fonte: Acervo BRK Ambiental (2020).

3.2.2 Uso do Aplicativo Collector

Os Aplicativo Collector para Smartphone ou Tablet, é uma aplicação da empresa de softwares ESRI, e permite coletar e atualizar informações no campo, e enviar para uma base de dados no programa de geoprocessamento ArcGIS, podendo a atualização ser feita em tempo real através de sistema de armazenamento e compartilhamento de dados na nuvem ou a posterior, em etapa de processamento de dados em escritório.

As informações de cadastro da rede subterrânea de esgotamento sanitário do projeto em estudo, foram incorporadas a base cartográfica previamente elaborada e armazenada na base de dados do programa ArcGIS, e por meio do aplicativo Collector, foi possível abastecer o banco de dados cadastral da rede de esgotamento sanitário. O aplicativo Collector apresenta a função de inserir informações sobre o sistema (Figura 5a), como localização e dimensões das tubulações das redes, cadastro dos poços de visita, como as cotas, materiais estruturais e dimensões, indicação dos fluxos de escoamento e possibilidade de incorporação de acervo fotográfico das inspeções e levantamento realizados em campo. O Aplicativo Collector permitiu otimizar o tempo para a coleta e transmissão das informações de campo para a base cartográfica, armazenada na base de dados do programa ArcGIS (Figuras 5b e 5c), agilizando o processamento e o fluxo de informações, minimizando falhas e eliminando ao máximo o emprego de material impresso de apoio em campo, como plantas e fichas de inspeção e acompanhamento.



Figura 5. (a) Menu principal do APP Collector; (b) Janela de interface de edição do APP Collector; (c) Janela de interface de dados na base do ArcGIS com o SES completo. Fonte: Acervo BRK Ambiental (2020).

3.3 Processamento de dados no Programa ArcGIS

Com os dados cadastrais coletados em campo, juntamente com a base cartográfica gerada a partir das ortoimagens resultantes do levantamento Aerofotogramétrico realizado com aeronave tripulada, e atualizado com as aeroimagens do ARP, foi consolidada a base cadastral da rede de esgotamento sanitário no programa ArcGIS (Figura 6), dos quais o programa apresenta uma interface gráfica e de banco de dados de atributos.

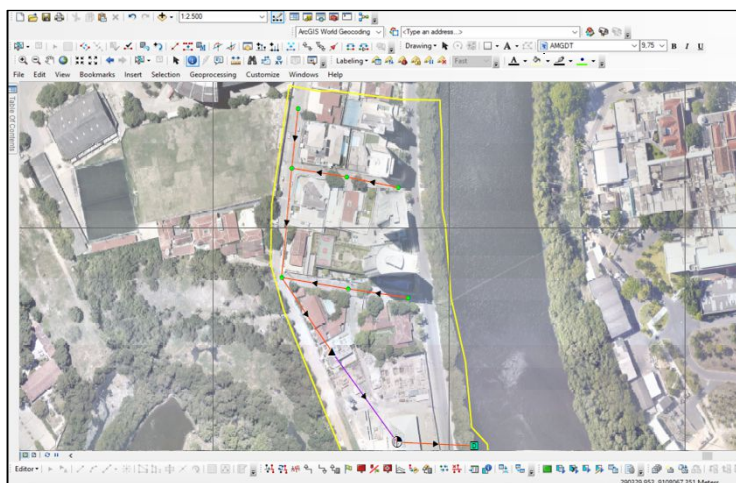


Figura 6. Base cartográfica consolidada no programa ArcGIS, Fonte: Acervo BRK Ambiental (2019).

Como resultado do processamento, também foram consolidadas as tabelas de atributos dos elementos cadastrados em campo, incorporados ao programa ArcGIS (Figura 7), pode-se visualizar abaixo a tabela de atributos dos poços de visita e redes de esgoto cadastrados, viabilizando assim a consulta e o entendimento da rede de esgotamento sanitário existente.

Cota Tampão	Cota de Terreno	Cota Fundo	Fonte Altimetria	Profundidade	Número Trechos Entrada	Número Trechos Saida	Categoria	Tipo Poço	Forma Poço
11,89883	11,89883	9,44883	Base Cartográfica	2,45	1	1	Secundária (coletora)	Poço de Visita	Circular
11,58449	11,58449	9,38449	Base Cartográfica	2,2	1	1	Secundária (coletora)	Poço de Visita	Circular
12,5676	12,5676	9,4676	Base Cartográfica	3,1	2	1	Secundária (coletora)	Poço de Visita	Circular
12,69	12,69	9,35	Base Cartográfica	3,34	2	1	Secundária (coletora)	Poço de Visita	Circular
12,27638	12,27638	9,34638	Base Cartográfica	2,93	1	1	Secundária (coletora)	Poço de Visita	Circular
11,83803	11,83803	8,80803	Base Cartográfica	3,03	3	1	Secundária (coletora)	Poço de Visita	Circular
11,78232	11,78232	9,08232	Acervo	2,7	2	1	Secundária (coletora)	Poço de Visita	Circular



Tipo Rede Esgoto	Material	Diâmetro	Forma Principal	ID Poço Inicial	Cota Montante	Posição IX	Posição IY	Profundidade Montante
Gravidade	Cerâmica	150	Circular	P.PL.05386	9,35	291181,013	9120988,0392	3,34
Gravidade	Cerâmica	150	Circular	P.PL.05387	9,34638	291247,9703	9120987,2323	2,93
Gravidade	Cerâmica	150	Circular	P.PL.05153	9,4676	291180,4082	9120939,3797	3,1
Gravidade	Cerâmica	150	Circular	P.PL.05137	9,38449	291335,2268	9121135,4572	2,2
Gravidade	Cerâmica	150	Circular	P.PL.05133	9,44883	291326,1041	9121087,6214	2,45
Gravidade	Cerâmica	150	Circular	<Null>	9,08232	291334,8699	9121087,5303	2,7
Gravidade	Cerâmica	200	Circular	P.PL.05388	8,80803	291316,7701	9121037,4727	3,03

Figura 7. Tabela de atributos do ArcGIS relativo aos poços de visita, Fonte: Acervo BRK Ambiental (2020).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreram nos trabalhos de campo, algumas dificuldades durante a realização do cadastro das redes, sobretudo relativo ao acesso dos caminhões de hidrojato, devido a existência recorrente de vias com larguras insuficientes para a passagem dos veículos, ou de elevada inclinação de rampa. O emprego do caminhão de hidrojato foi recorrente, pois os poços de visitas, em sua maioria, estavam obstruídos e assoreados, necessitando esgotar e hidrojetear, para realizar a limpeza dos poços, sendo necessário que a limpeza precedesse a atuação da equipe de cadastro.

Outro problema também observado, e recorrendo em algumas regiões da cidade, foi a de identificar os lotes denominados indeterminados, que são aqueles localizados no interior de quadras, sem acesso a rede por condições topográficas adversas ou sem condições de acesso pela via pública. Como contribuição a resolução dessa questão, segundo o Nuvolari (2011) recomenda a busca de informações de cadastro pré-existente da rede, nas fases preliminares às obras de esgotamento sanitário. O próprio autor relata que esses cadastros muitas vezes são antigos, desenhados sem escala, sem coordenadas, de locação ou cotas e servem, apenas para efeito de orientação, e observa uma evolução nas metodologias e na forma de tratar os projetos das redes de esgotamento sanitário, constando que a melhoria na organização e gestão do mapeamento do cadastro das redes, foi acontecendo à medida que o projeto passou a ser bem monitorado e controlado por meio da utilização das geotecnologias.

O projeto de recuperação, operação e expansão dos sistemas de esgotamento sanitário na RMR resultou da Parceria Público-Privada (PPP) entre a COMPESA e a empresa privada e vem apresentando crescentes progressos nos atendimentos as demandas de operação. O dashboards da Figura 8, por exemplo, retrata um das informações do sistema de esgotamento sanitário da RMR do Recife em 2019, onde se pode observar os quantitativos de redes por gravidade que não necessitam do sistema de bombeamento, uma vez que as redes por recalque fazem o uso do sistema de bombeamento para seguir o fluxo; de poços; redes operadas, são sob responsabilidade da empresa privada e contém o sistema de esgoto completo. Quanto as redes não operadas, são redes que não segue os devidos padrões e tampouco está sob responsabilidade da empresa, não sendo submetida a responsabilidade e apoio operacional, contudo, a empresa presta manutenção, mas não mantém a responsabilidade sob o sistema, contabilizando dados que foram consolidados no banco de dados da plataforma do programa ArcGIS, podendo assim, ser acessado rapidamente a qualquer momento. Essa forma de gestão busca maior agilidades e eficiência nas informações.

Ainda no gráfico da Figura 8, observa-se também um resumo das redes por linha de recalque cadastrados no Recife, que são redes que tem influência de bombeamento de elevatórias, ao contrário das redes por gravidade que não têm influência de bombeamento. Observa-se que as redes por gravidade têm quantitativos maiores que por recalque.

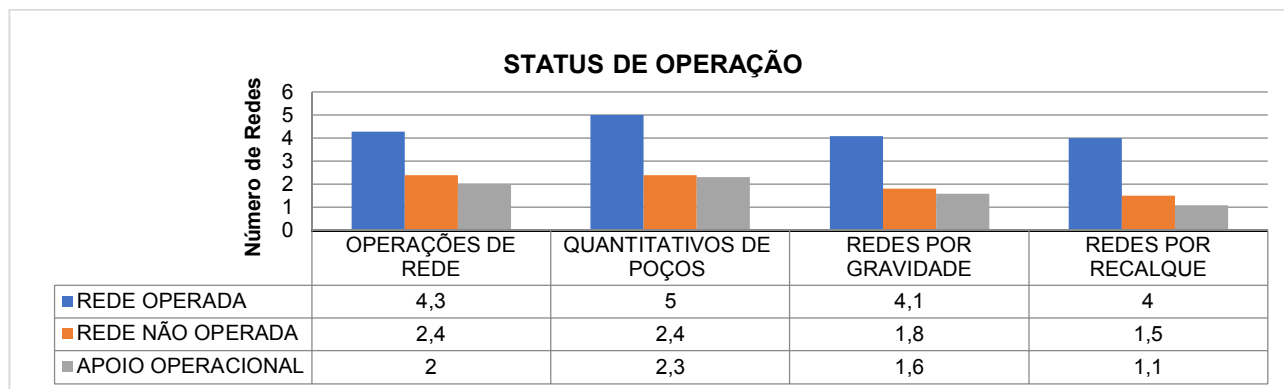


Figura 7. Resumo do status de operação da rede de coleta. Fonte: Acervo BRK Ambiental (2020).

Como um dos produtos do projeto, tem-se o mapa consolidado do cadastro da rede de esgotamento realizado em campo e processado no Programa ArcGIS (Figura 8), como exemplo teremos uma área localizada na RPA 01 - Centro, tomada como exemplo, nesse mapa tem-se representada um sistema completo rede de coleta com redes por gravidade e rede bombeamento dos efluentes, passando por estações elevatórias, sistema tratamento até o descarte do efluente tratado, com representação vetorial e simbologias aplicadas. Os poços são pontos vetoriais que sua simbologia é um círculo médio verde, Estação Elevatória são pontos triangular preto, a Estação de Tratamento são pontos circular preto e branco, o ponto de descarte tem representação vetorial com simbologia quadrada grande cor verde, as redes de gravidades e recalques tem representações vetoriais linha e se diferenciam pela coloração conforme descrição na legenda do mapa elaborado e a bacia de contribuição é um polígono amarelo que delimita a área de contribuição de efluentes no sistema de coleta.

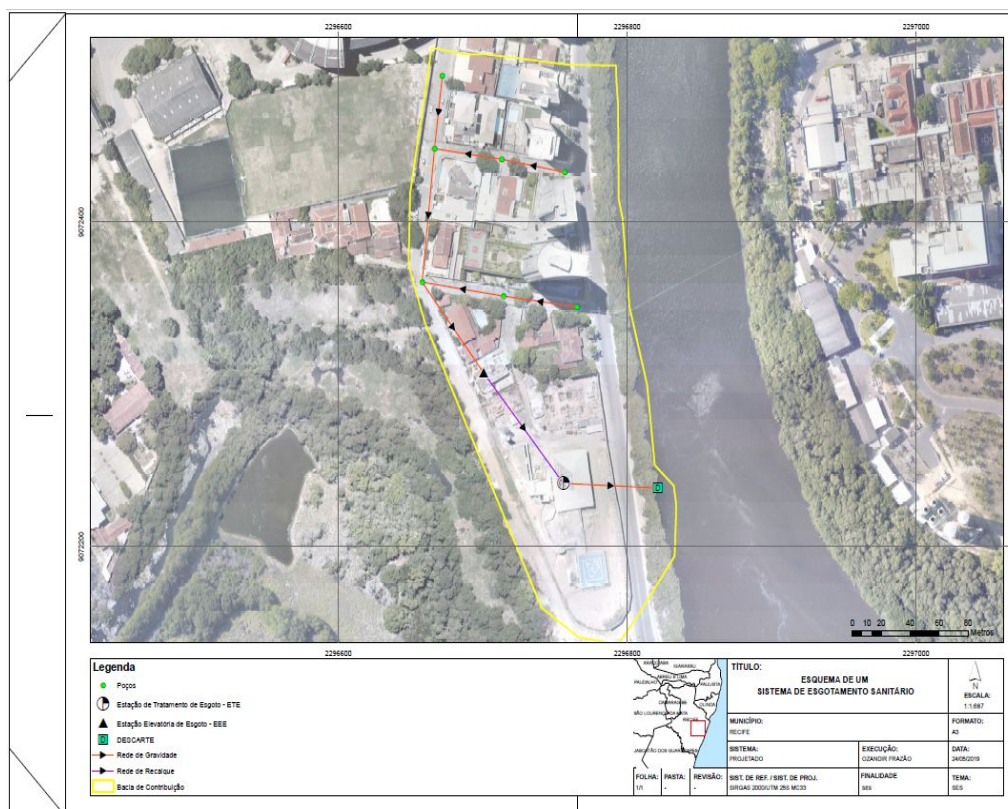


Figura 8: Exemplo de Mapa consolidado em prancha, da rede de coleta. Acervo BRK Ambiental (2020).

O acompanhamento da implantação do projeto de uso das ferramentas SIG para cadastro, controle e monitoramento do cadastro do sistema de esgotamento sanitário da cidade do Recife, propiciou uma melhoria nos resultados, tornando assim a gestão mais eficaz e organizada, proporcionando a destinação adequada aos seus afluentes até o ponto de descarte e deverá ser uma tendência as organizações públicas e privadas para a gestão de resíduos do esgoto.

5. CONCLUSÕES

Com a realização do cadastro de redes, foi possível visualizar a melhoria nos planejamentos para projetos de obras de engenharias que obtém informações necessárias para desenvoltura dos trabalhos e atuação de manutenções nas redes de forma rápida e precisa.

Este trabalho verificou a aplicação do gerenciamento para mapeamento de redes, pelo qual foram obtidos resultados bastante significativos, tais como: redução no custo insumos (papel para mapas físicos); melhores tomadas de decisões; gestão controlada com a realidade do sistema de rede do esgoto, conscientizando e mobilizando esforços no sentido de se ter uma adesão a melhor sistema de saneamento de esgoto sanitário sem lixos e passando uma realidade de meros geradores de “efluentes” para um sistema de educação ambiental sanitária.



O projeto traz boas atividades práticas que foram incorporadas na população em relação ao sistema de esgoto sanitário, como a adoção de estratégias para conter a geração de forma inadequada, diminuindo o processo de obstrução nos sistemas.

Com a tecnologia SIG é possível, dentre outras ações, uma macrovisão da distribuição de toda rede de abastecimento de esgoto, com informações atualizadas e em tempo real, a possibilidade de detecção de falhas no sistema da rede de esgotamento, permite identificar a localização dos maiores consumidores e seus dados cadastrais, áreas de maior arrecadação, os clientes inadimplentes, as ligações cortadas, clandestinas, ligadas e suprimidas, como também, permite aos gestores públicos e privados, realizar um melhor planejamento de viabilize executar planos de ação corretivas e preventivas mais eficazes e mais econômicas, e que de fato atendam as demandas dos habitantes da cidade, e ao mesmo tempo garanta o respeito ao meio ambiente a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9648**: Estudo de Concepção de Sistemas de Esgoto Sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9649**: Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário: Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 1986.

CALDO, L. A.; MAGALHÃES FILHO, E. G. C. **SIG aplicado ao uso de indicadores de saneamento em municípios da Bacia do Alto Paraguai**. Anais 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, MS, 22 a 26 de novembro 2014.

COMPESA, Companhia Pernambucana de Saneamento, Disponível em: <https://servicos.compesa.com.br/esgotamento-sanitario>, Acesso em: 07/07/2020.

ESRI, Environmental Systems Research Institute, Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview>, Acesso em: 07/07/2020.

JORGE, M. T. E. **Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG) para Análise de Serviços de Saneamento da Cidade de Curitiba**. II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife - PE, 8-11 de setembro de 2008.

MACHADO, J. et al. **Condições sanitárias em três bairros do Recife**. Visão Acadêmica, v. 18, n. 4, 2018.

MIRANDA, G. C. A. **SANEAMENTO BÁSICO NA CIDADE DO RECIFE: entre a idealidade do planejamento e a realidade da execução**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2014.

NUVOLARI, A. **Esgoto Sanitário: Coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. Editora Blucher. 2011.

RIBEIRO, A.A.C. **Aplicações de sistemas de informações geográficas em empresa de saneamento**. Edição: Universidade de Cruzeiro do Sul, Geoprocessamento aplicado ao planejamento urbano e rural. Vitória, 2012.

SANTOS, M. N. M. A. **Aplicação do Geoprocessamento para gestão de vias públicas no município de Itabira MG**. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Cartografia, 2004.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#>, Acesso em: 07/07/2020.