

# Utilização de sistema de informação geográfica (SIG) visando à gestão da infraestrutura de água e esgoto de um campus universitário



*Use of geographic information system (GIS) for analysis of the water and wastewater infrastructure of a university campus*

- **Data de entrada:**  
31/07/2019
- **Data de aprovação:**  
18/09/2020

Pablo Einstein Batista<sup>1\*</sup> | Solange Aparecida Goularte Dombroski<sup>1</sup> | Paulo Cesar Moura da Silva<sup>1</sup> DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2022.017>

## ORCID ID

Batista PE  <https://orcid.org/0000-0003-2335-3880>

Dombroski SAG  <https://orcid.org/0000-0002-9881-615X>  
Silva PCM  <https://orcid.org/0000-0002-2512-4806>

## Resumo

O presente trabalho teve como objetivo utilizar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para organizar e analisar dados sobre a infraestrutura de um campus universitário, com ênfase nos sistemas de água e esgoto, visando subsidiar a tomada de decisão para o uso mais racional desses sistemas. O trabalho foi desenvolvido em duas etapas, utilizando *software* gratuitos: elaboração de um banco de dados com resultados de trabalhos constituintes de um projeto mais abrangente e criação de um SIG com os dados previamente organizados. Confeccionou-se um SIG baseado em um banco de dados com informações sobre características gerais de edificações ou setores, intermitência no fornecimento de água, destinação dos esgotos, componentes de utilização de água e reservatórios de água na instituição. Espera-se que o banco de dados continue sendo alimentado e que esse sistema seja uma ferramenta útil para subsidiar ações para promover melhorias nos sistemas de água e esgoto da instituição.

**Palavras-chave:** Informação espacial. Base de dados. Planejamento. Uso racional de água. UFERSA.

## Abstract

*This work aimed to use a Geographic Information System (GIS) to organize and visualize data of the infrastructure of a college campus, with emphasis on water and wastewater systems, aiming to help decision making for a more rational use of these systems. The work was developed in two stages, using free software: the elaboration of a database with previous works that are part of a broader project and the creation of a GIS with the previously organized data. A GIS was obtained based on a database with information about general characteristics of buildings or sectors, intermittence of the water supply, wastewater disposal, water use components and water reservoirs in the institution. It is hoped that the database will receive more information and that this system will be a useful tool to help the planning of actions to promote improvements in the water and wastewater systems of the institution.*

**Keywords:** Spatial information. Database. Planning. Water conservation. UFERSA.

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural do Semi-Árido - Mossoró - Rio Grande do Norte - Brasil.

\*Autor correspondente: [pablo.einstein.batista@gmail.com](mailto:pablo.einstein.batista@gmail.com).

## 1 INTRODUÇÃO

Num cenário de disponibilidade limitada e demanda crescente de água, a gestão adequada do recurso água mostra-se cada vez mais relevante em muitos locais do mundo, inclusive no Brasil.

No Brasil, apesar da grande disponibilidade bruta de recursos hídricos, muitas regiões se encontram atualmente sob estresse hídrico. A origem da escassez pode ser quantitativa, decorrente de períodos de maior escassez hídrica, ou qualitativa, resultante, por exemplo, de modificações da qualidade da água pela poluição (GONÇALVES; JORDÃO; JANUZZI, 2009).

Ações que visam conservar os mananciais de água podem fazer parte de programas estabelecidos em diferentes sistemas de água, como sistema de abastecimento público, sistema industrial, de irrigação, predial e outros. Sistemas prediais podem se referir a edificações residenciais, comerciais ou públicas.

Em determinados locais, o consumo de água em edificações pode ser responsável pela maior parcela de consumo de água em áreas urbanas. Segundo Rodrigues (2005 *apud* GONÇALVES; JORDÃO; JANUZZI, 2009), na região metropolitana de São Paulo, o consumo de água residencial correspondeu a 84,4% do consumo total urbano (incluindo o consumo de pequenas indústrias). Ainda de acordo com os autores, estudos de caracterização do consumo de água em edificações são relativamente escassos no Brasil, ressaltando que os padrões de consumo se modificam ao longo dos anos.

Para que dados possam subsidiar tomada de decisão, eles devem ser organizados e analisados. Usar grandes quantidades de informação, porém, pode ser um desafio. Representações visuais e ferramentas computacionais são valiosas para essas tarefas. Em vista disso, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) apresentam bom potencial para tais tarefas. Essas tecnologias

possibilitam a organização dos dados em uma plataforma que possa ser atualizada e facilite o uso desses dados.

Este trabalho teve por objetivo desenvolver um SIG para organizar e visualizar dados sobre a infraestrutura da UFERSA, campus Mossoró, com ênfase nos sistemas de água e esgoto, visando subsidiar a tomada de decisão para o uso mais racional desses sistemas.

### 1.1 Sistema de Informação Geográfica (SIG)

De acordo com Augusto Filho (2013), Sistema de Informação Geográfica (SIG) ou, em inglês, *Geographic Information System* (GIS), é uma tecnologia nova, de rápido desenvolvimento teórico e tecnológico, associada ao progresso da engenharia da computação. A variedade de aplicações leva a diferentes perspectivas sobre o conceito de SIG. Esse autor se reporta ao ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) para descrever o SIG como um “conjunto composto de computador, programas, dados geográficos e pessoal com capacidade de capturar, armazenar, atualizar, analisar e apresentar todas as formas de informações geograficamente referenciadas”. O autor descreve SIG como “uma ferramenta tecnológica para o desenvolvimento de abordagens críticas para compreender, representar, gerenciar e comunicar os vários aspectos das paisagens naturais e humanas”, e afirma que “constituem poderosas ferramentas para o gerenciamento e a análise de informações de qualquer natureza que sejam dependentes da sua localização”.

Para Ferreira (2006), essas ações podem ser realizadas manualmente, porém esta opção tende a ser mais demorada, fatigante, com padronização mais difícil e com maior probabilidade de ocorrência de erros. Ademais, mapas físicos são mais difíceis de manejar, armazenar, enviar, receber e copiar. Dessa forma, a utilização de computado-

res dotados de programas de SIG facilita e otimiza essas operações.

O campo de aplicações e análises realizáveis com SIG é tão grande quanto o de conjuntos de dados geográficos disponíveis na região em estudo. O autor também diz que a potencialidade do SIG é mais visível quando a quantidade de dados envolvida é muito grande para a manipulação manual (CALIJURI, s.d.).

Entre as vantagens da utilização de SIG citadas por Shamsi (2005) estão o fato de seus usos serem diversos, desde zoneamento de áreas até gerenciamento de infraestrutura e rotas de transportes; de serem uma ótima forma de agregar e exibir informação; por oferecer uma estrutura para a tomada de decisão; e promover economia de tempo e dinheiro. Já entre as desvantagens estão o alto custo para obtenção de algumas soluções de SIG no mercado e a necessidade de pessoal com conhecimento técnico no assunto.

Ainda de acordo com Shamsi (2005), existem quatro tipos principais de aplicações de SIG para sistemas de água, esgoto e águas pluviais, que o autor denomina “4M”: *mapping, monitoring, modeling, and maintenance* (em tradução livre: mapeamento, monitoramento, modelagem e manutenção).

Uma parte importante desses sistemas é o aplicativo de SIG (SUTTON; DASSAU; SUTTON, 2009). Com eles, mapas digitais podem ser exibidos, informação pode ser adicionada e análises podem ser feitas. Os elementos mais comuns de um aplicativo SIG são barras de menu e barras de ferramentas, que servem para realizar operações com a aplicação; uma área onde o mapa é exibido; e uma legenda do mapa. Existe uma grande variedade de aplicativos de SIG disponíveis, sendo alguns pagos e caros e algumas opções gratuitas, como o QGIS.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no âmbito da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró, Rio Grande do Norte. A população do município em 2010 era de 259.815 habitantes, sendo estimada para 2020 uma população de 300.618 habitantes (IBGE, 2020).

O clima de Mossoró é classificado como semiárido e muito quente. Com período chuvoso de fevereiro a abril, a temperatura média é de 27,4 °C, variando entre 21,0 e 36,0 °C (IDEMA, 2008). A umidade relativa do ar é de 70% em média (*ibid*).

De 2012 a 2017, a quase totalidade dos municípios do Rio Grande do Norte, inclusive Mossoró, apresentou situação de emergência decretada por causa de estiagens consecutivas, com grande parte deles tendo precipitação inferior a 500 mm por ano naquele período. As reservas hídricas foram reduzidas, a distribuição de água em certos locais foi interrompida e os prejuízos aos produtores rurais chegaram a cerca de R\$ 4 bilhões por ano (RIO GRANDE DO NORTE, 2017).

Com relação à UFERSA, esta foi criada como Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM) pela Prefeitura Municipal de Mossoró, por meio do decreto número 03/67, de 18 de abril de 1967 (ROSADO, 2005). Tornou-se Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pela lei nº 11.155, de 29 de julho de 2005 (BRASIL, 2005). Atualmente o campus sede possui 21 cursos de graduação (UFERSA, 2014) e 32 de pós-graduação (UFERSA, 2019).

No âmbito da gestão de água e esgoto na UFERSA-Mossoró, segundo o Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) da UFERSA (LUNARDI et al., 2013, p. 8), o abastecimento de água no campus Mossoró é regido pelo termo de cooperação nº 2/2009, firmado entre a UFERSA e a Companhia de Água e Esgotos do Rio Grande do Norte

(CAERN), que garante o abastecimento de água, vinda do sistema público, com vazão contínua de 30 m<sup>3</sup>/hora para a UFERSA durante um período de 20 anos, a partir de 3 de agosto de 2009. Em troca, a universidade contratou e pagou as despesas com a perfuração de um poço tubular profundo, de propriedade da UFERSA, e passou sua gestão à CAERN, pelo período do acordo (*ibid*).

Ainda de acordo com o PLS da UFERSA, para que a sustentabilidade da gestão dos recursos hídricos seja garantida, é necessário aplicar ações conservacionistas para o uso racional de água e utilizar fontes alternativas. Para isso, deve-se estabelecer um programa de uso racional da água. O conhecimento do consumo de água é primordial para tal, porém ainda não há medição total ou individualizada de consumo de água no campus, que precisa ser implantada.

Com relação ao destino final dos esgotos da UFERSA-Mossoró, Oliveira (2015) relatou que, de 97 edificações ou setores investigados, 33% estavam conectados ao sistema público, 27% à fossa séptica com sumidouro, 34% à fossa rudimentar e 6% com outras soluções. Segundo o autor, 60% dos locais analisados possuíam como destinação dos esgotos a coleta seguida de tratamento e a fossa séptica, sendo estas consideradas adequadas de acordo com a classificação do Plano Nacional de Saneamento Básico (MC, 2013 *apud* OLIVEIRA, 2015), e o restante classificado como impróprio. Tal valor (60%) era superior à estimativa para o Brasil de 37,9% de esgotamento adequado, segundo MC (2013 *apud* OLIVEIRA, 2015), utilizando dados de 2010. Segundo os dados do Atlas Esgotos, 55% da população do Brasil contava com esgotamento sanitário adequado (ANA, 2017).

## 2.2 Software utilizados

Foram utilizados três *software*, sendo executados em um computador portátil com o sistema ope-

racional Windows 10, da Microsoft Corporation. O principal *software* utilizado foi o aplicativo de Sistema de Informação Geográfica (SIG), QGIS 2.14. O QGIS 2.14 é um *software* livre da *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) de código aberto e gratuito construído por voluntários. O aplicativo permite a instalação de *plug-ins*, que são extensões para o aplicativo que podem ser baixados da internet para incluir novas funções ao programa (QGIS, 2020).

Para organizar, editar e visualizar os dados a serem inseridos no SIG, utilizou-se o editor de planilhas LibreOffice Calc. Ele faz parte da versão 5.1 do pacote de *software* de produtividade LibreOffice. Para a criadora, The Document Foundation (2020), o LibreOffice é um *software* livre, de código aberto e gratuito, projeto desta organização sem fins lucrativos.

Para digitalizar os dados vetoriais da UFERSA-Mossoró, foi utilizado o Google Earth Pro 7.1, que, conforme a desenvolvedora Google Inc. (2020), é um *software* gratuito que permite visualizar imagens de satélite, digitalizar e capturar dados georreferenciados, entre outras funções.

## 2.3 Etapas do trabalho

### 2.3.1 Elaboração do banco de dados

Foram selecionados cinco trabalhos cujos dados foram inseridos no SIG, sendo eles: Batista (2015), Oliveira (2015), Santos et al. (2016), Medeiros et al. (2015) e Santos (2015). Esses dados estavam em planilhas eletrônicas de Microsoft Excel, tendo sido levantados entre 2013 e 2015.

Nos trabalhos mencionados, os dados foram atribuídos a uma lista de prédios ou setores do campus, desenvolvida inicialmente por Lira (2013). As edificações ou setores dessa lista receberam códigos que os identificam e foram classificados de acordo com o consumo de água, baseando-se no trabalho de Nakagawa (2009). A classificação

das edificações/setores da instituição adotada no projeto inclui: classe A (Unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água superior ao típico doméstico), classe B (Unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico), classe C (Unidades de ensino e/ou pesquisa com consumo de água similar ao típico doméstico), classe D (Unidades médico-hospitalares), classe E (Unidades residenciais universitárias) e classe F (Outras).

Os dados sobre os prédios e setores da instituição foram organizados em uma tabela, com o formato em que os dados não-geográficos são armazenados no SIG.

Em relação aos componentes de utilização e economia de água por ambiente interno de prédios, dentre os dados de 89 edificações, o banco de dados foi organizado para duas edificações, o Departamento de Ciências Exatas e da Natureza (DCEN) e a Central de Aulas V, como um teste piloto devido à grande quantidade de dados.

### 2.3.2 Criação do Sistema de Informação Geográfica

Inicialmente fez-se a digitalização dos dados geográficos que representam os setores ou prédios da UFERSA-Mossoró, e os ambientes internos de dois prédios: o Departamento de Ciências Exatas e Naturais (DCEN) e a Central de Aulas V. Foram utilizados dados do tipo vetorial por serem adequados para a representação de elementos individuais do mundo real em um SIG. O tipo de geometria foi poligonal, que proporciona uma melhor representação dos locais de interesse nos mapas. Essa tarefa foi realizada com a aplicação Google Earth Pro 7.1, e os dados vetoriais foram salvos em arquivos Keyhole Markup Language (KML), que armazenam os dados geográficos georreferenciados e os nomes dos polígonos.

Para digitalizar os edifícios e setores do campus, utilizaram-se imagens de satélite da UFERSA-Mossoró de 14 de outubro de 2014, fornecidas pela Digital Globe. As imagens foram usadas como referência para digitalizar polígonos sobre os locais identificáveis, no formato de suas áreas cobertas ou cercadas.

No processo de identificação dos prédios e setores da instituição, foi necessário atualizar a lista de prédios/setores (com base em LIRA, 2013) utilizada nas planilhas. Vale salientar que algumas edificações/setores da lista de Lira (2013) não apareceram em imagens de satélite recentes, por terem sido demolidos ou ainda não terem sido construídos, portanto, não aparecem no SIG. Novos prédios foram identificados, seus nomes foram investigados com visitas aos locais e adicionados na listagem de prédios/setores do projeto. A lista atualizada de prédios, com códigos e classificações, encontra-se no apêndice B de Batista (2017). Esses novos prédios, por não estarem anteriormente no projeto de pesquisa do qual este trabalho fez parte, não possuíam dados referentes aos mesmos para serem adicionados no SIG. Posteriormente, pretende-se fazer essa complementação ao SIG.

Para a visualização das áreas dos *campi* Leste e Oeste nos mapas, a delimitação da propriedade da UFERSA-Mossoró também foi digitalizada. Baseados nas mesmas imagens de satélite usadas na digitalização dos prédios e setores, polígonos para ambos os lados da instituição foram desenhados observando-se os limites dos muros e cercas, sendo o arquivo também em KML.

Os ambientes internos com componentes de utilização e economizadores de água do DCEN e da central de aulas V foram digitalizados a partir das plantas baixas apresentadas por Virginio (2013) e desenhadas em suas posições dentro de seus respectivos prédios.



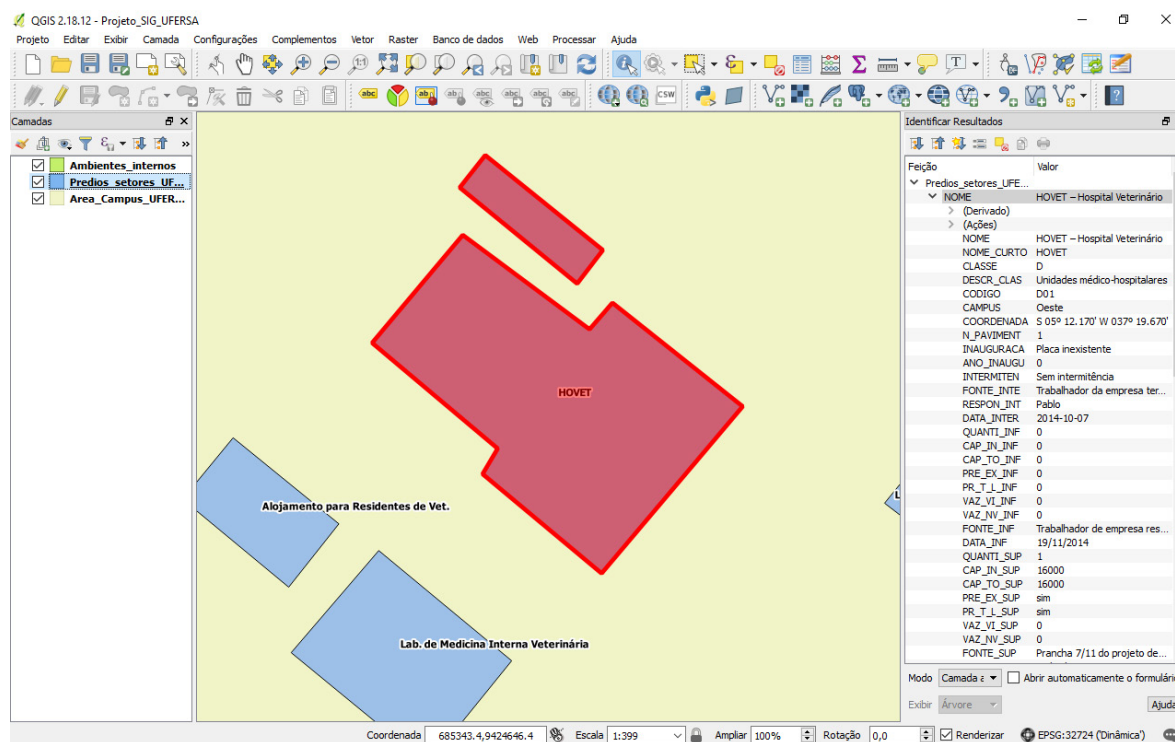
Utilizando o QGIS 2.14, os arquivos KML foram convertidos em arquivos *Shapefile*, que são definidos por QGIS PROJECT (2017) como um grupo de arquivos associados de diferentes tipos e com o mesmo nome, que armazenam os dados de uma camada. São arquivos fáceis de serem compartilhados pois a maioria dos *software* SIG pode lê-los.

Os arquivos *Shapefiles* dos prédios/setores da instituição, da área do campus e dos ambientes internos foram importados para o QGIS, e as tabelas de atributos armazenadas para sua respectiva camada.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

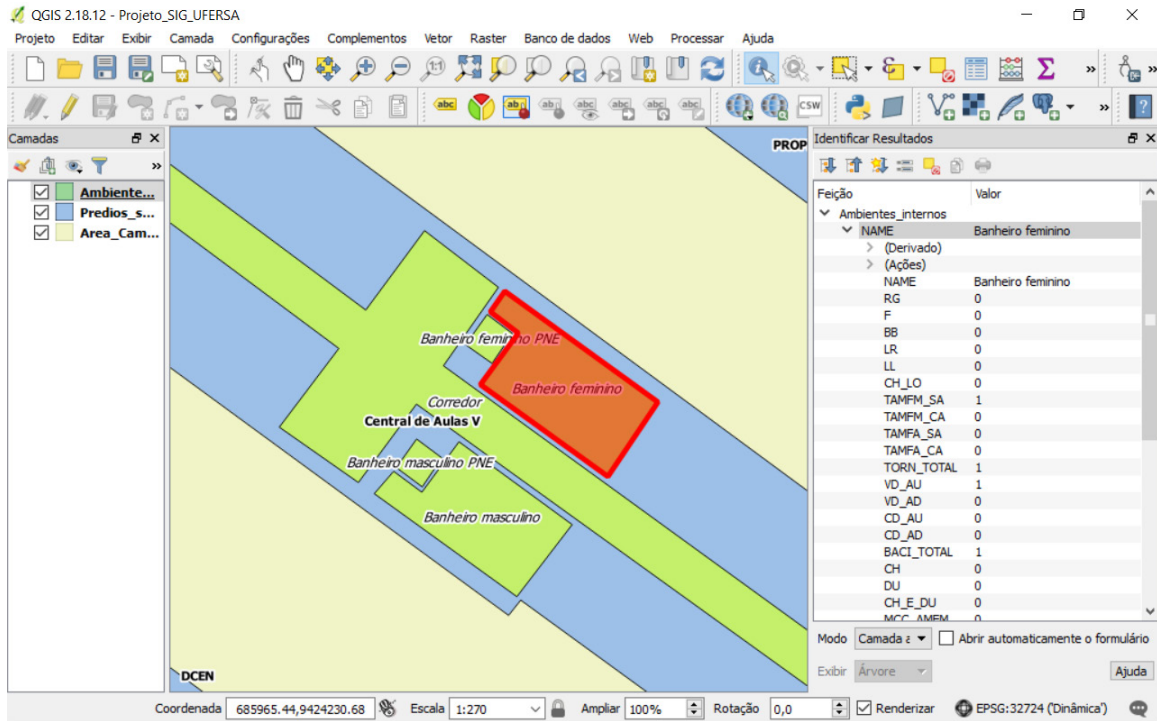
No SIG deste trabalho foram elaborados três *Shapefiles*, sendo um para a área do campus, um para os prédios ou setores da instituição e um para os ambientes internos de prédios.

É possível realizar consultas às informações que fazem parte de seu banco de dados acessando a tabela de atributos da camada selecionada ou individualmente, de forma interativa, escolhendo a camada a ser exibida e selecionando um prédio ou setor. A Fig. 1 apresenta uma imagem gerada a partir de uma consulta aos atributos do Hospital Veterinário (HOVET), na camada “Prédios\_setores\_UFERSA” do SIG obtido neste trabalho. No centro desta figura, observa-se parte do mapa de edificações da UFERSA-Mossoró, com destaque para o HOVET. Além disso, à esquerda vê-se a lista de camadas, sendo que uma delas (“Prédios\_setores\_UFERSA”) foi selecionada (termo sublinhado). À direita da Fig. 1 é possível observar os atributos referentes ao edifício selecionado, entre eles, nome, código, classe, dados relacionados à intermitência no fornecimento de água para o prédio em questão, número de pavimentos etc.



**Figura 1** – Captura de tela da aplicação QGIS 2.14 com o SIG obtido neste estudo, a partir de consulta à edificação do Hospital Veterinário

Fonte: Elaborada pelo autor.

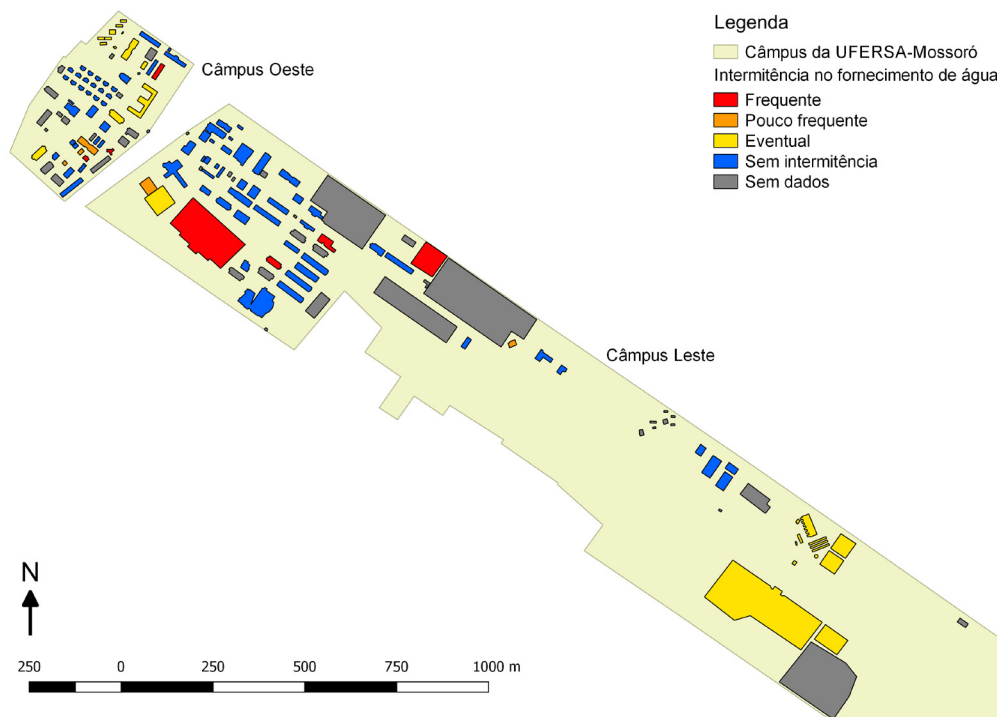


**Figura 2** - Captura de tela da aplicação QGIS 2.14 com o SIG obtido neste estudo, a partir de consulta à edificação da Central de Aulas V

Fonte: Elaborada pelo autor.

A Fig. 2 também mostra uma consulta de atributos, desta vez do ambiente “Banheiro feminino para portadoras de necessidades especiais (PNE)” da edificação Central de Aulas V da UFRSA-Mossoró. Ao lado esquerdo percebe-se a lista de camadas do SIG deste trabalho, em que todas as três estão marcadas como visíveis, e a camada “Ambientes\_internos” está selecionada. No centro é exibida parte do mapa do campus, aproximado sobre a Central de Aulas V. Destacado em vermelho, o banheiro feminino está selecionado. À direita mostram-se os atributos do item selecionado, que são sobre os componentes de utilização e economizadores de água deste ambiente interno, por exemplo, VD\_AU = 1, BACI\_TOTAL = 1 (BACI\_TOTAL: número total de bacias sanitárias) e outros. Conforme apresentado em outro trabalho (Apêndice A de Batista, 2017), VD\_AU se refere à “bacia sanitária com válvula de descarga de acionamento único” e BACI\_TOTAL significa “total de bacias sanitárias”.

No âmbito de manutenção do sistema dos sistemas prediais, assim como no dos sistemas de distribuição de água da instituição, entende-se que uma consulta prévia ao SIG quanto a certas informações pode otimizar distintas atividades a serem realizadas *in loco*, por exemplo, identificação de um vazamento de água em um determinado prédio, já que o sistema está sendo desenvolvido de maneira a dispor de informações de todos os pontos de uso de água respectivos a cada ambiente, assim como a existência de reservatórios. Assim, é possível definir precisamente os locais a serem visitados, além de rotas otimizadas a serem seguidas. Como já mencionado anteriormente, essa parte do SIG (dados de componentes de utilização e economia de água por ambiente interno por prédio) foi executada para o DCEN e Central de aulas V. O mesmo deverá ser feito para outros prédios/setores.



**Mapa 1** - Intermitência no fornecimento de água por prédio ou setor da UFERSA-Mossoró  
**Fonte:** Elaborada pelo autor.

De um modo geral, podem-se utilizar numerosas funções para pesquisa, cálculo, análise e visualização de informações, disponíveis no QGIS e *plug-ins* instalados. Uma importante ferramenta disponível é a capacidade de criar mapas que representam visualmente os dados, com uma grande possibilidade de customização na aparência, seja em cores, contornos, rótulos, símbolos etc. No Mapa 1, é mostrado um exemplo onde são exibidos dados sobre a intermitência no fornecimento de água por prédio ou setor da UFERSA-Mossoró.

No Mapa 1, confeccionado com o QGIS, as cores diferentes foram escolhidas para representar os cinco tipos de respostas armazenadas nas colunas “INTERMITEN” da tabela de atributos da camada “Prédios\_setores\_UFERSA”. Após definir a posição e o tamanho do mapa, foram adicionados rótulos para nomear os lados Leste e Oeste da UFERSA-Mossoró, uma seta para indicar o norte, uma legenda e uma barra de escala — es-

tas duas últimas preparadas automaticamente pelo aplicativo.

Para o uso por outras pessoas que precisem acessar e analisar as informações da UFERSA-Mossoró, os arquivos das camadas podem ser transferidos e importados não só para o aplicativo QGIS mas também para outras aplicações de SIG, graças ao uso dos populares arquivos *Shapefile*.

Com uma maior quantidade de dados e capacidades técnicas para usar tecnologias de SIG, muitas outras atividades significativas para ajudar na tomada de decisão seriam possíveis. Uma informação bastante importante, e que é requerida pelo Plano de Logística Sustentável (PLS) da UFERSA-Mossoró (LUNARDI et al., 2013), é o consumo de água de cada prédio ou setor, que é fundamental para uma melhor gestão da água e esgoto na instituição.

Por exemplo, informações sobre quais prédios ou setores possuem destinação inadequada de es-



gotos, sua localização e sua quantidade de água utilizada, entre outras informações, poderiam contribuir para um planejamento quanto ao destino desses esgotos para o sistema público, algo proposto pelo referido PLS.

O SIG também pode auxiliar na definição e na implantação de sistema de coleta de esgotos e de abastecimento de água, por exemplo, quanto à localização de tubulações, levando em conta o consumo de água dos prédios e setores da UFERSA-Mossoró. Em geral, isso pode ajudar a planejar obras de forma que necessidades sejam atendidas e recursos sejam otimizados.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Confeccionou-se um SIG baseado em um banco de dados com informações relativas aos sistemas de água e esgotamento da UFERSA, campus Mossoró (características gerais de edificações ou setores, intermitência no fornecimento de água, destinação dos esgotos, componentes de utilização de água e reservatórios). A partir da integração desses dados em um único sistema interativo, com representações visuais e várias ferramentas disponíveis, observou-se maior facilidade para acesso e interpretação das informações. Entende-se que em um contexto de necessidade de uso racional da água e proteção de suas fontes, um SIG pode ser considerado uma tecnologia capaz de ajudar a implementar medidas para atender a essa demanda.

Um maior conjunto de dados geográficos disponíveis em uma região aumenta o campo de aplicações e análises realizáveis com um SIG. Dessa forma, espera-se que o banco de dados continue sendo alimentado e que esse sistema se apresente como uma ferramenta útil para subsidiar ações para promover melhorias nos sistemas de água e esgoto da UFERSA-Mossoró.

#### 5 AGRADECIMENTO

À UFERSA pela bolsa PICI no âmbito do Programa de Iniciação Científica Institucional – PICI/UFERSA (EDITAL IC 10/2017 – PROPPG/UFERSA).

#### 6 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

**Conceitualização:** Dombroski SAG e Silva PCM; **Metodologia:** Dombroski SAG e Silva PCM; **Investigação:** Batista PE e Dombroski SAG; **Tratamento dos dados:** Batista PE, Silva PCM e Dombroski SAG; **Redação:** Batista PE e Dombroski SAG; **Aquisição de bolsa:** Dombroski SAG.

#### 7 REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília: ANA, 2017. 88 p. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGO-TOSDespoluicaoDeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo\\_livro.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGO-TOSDespoluicaoDeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2021.
- AUGUSTO FILHO, O. Sistemas de informações geográficas aplicados à engenharia ambiental. In: CALIJURI, M. do C.; CUNHA, D. G. F. (Coord). **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013. 789 p. Cap. 25, p. 642–667.
- BATISTA, P. E. **Complementação do levantamento do sistema hidráulico de edificações da UFERSA–Mossoró em um contexto de uso racional da água**. 2015. 4f. Relatório (Relatório final PIVIC) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.
- BATISTA, P. E. **Utilização de sistema de informação geográfica (SIG) para a sistematização de informações relativas à infraestrutura de água e esgoto da UFERSA-Mossoró**. 2017. 54f. Monografia (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2017.
- BRASIL. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. **Lei nº 11.155**, de 29 de julho de 2005. Dispõe sobre a transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM em Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA-RN e dá outras providências.
- CALIJURI, L. **Sistema de informação geográfica**. S.d. 140 f. Slides (EAM 451 Sistema de Informação Geográfica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, s.d.
- FERREIRA, C. N. **Apostila de Sistemas de Informações Geográficas**. Goiânia: CEFET GO, 2006. 111 p.
- GONÇALVES, R. F.; JORDÃO, E. P.; JANUZZI, G. Introdução. In: GONÇALVES, R. F. (Coordenador). **Conservação de água e energia**

**em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água.** Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 21-35. Cap. 1.

GOOGLE INC. **Google Earth para computador.** Disponível em: <[https://www.google.com.br/intl/pt-BR\\_ALL/earth/versions/#earth-pro](https://www.google.com.br/intl/pt-BR_ALL/earth/versions/#earth-pro)>. Acesso em: 21 set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE | Cidades@ | Brasil | Rio Grande do Norte | **Mossoró | Panorama.** Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/mossoro/panorama>>. Acesso em: 21 set. 2020.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO NORTE (IDEMA). **Perfil do seu município:** Mossoró. Natal, 2008.

LIRA, J. A. de. **Uso racional de água na Universidade Federal Rural do Semi-Árido:** proposta para implantação de medidores. 2013. 58 f. Monografia (Graduação em Ciência e tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2013.

LUNARDI, D. G.; VARELLA, F. K. de O. M.; DOMBROSKI, S. A. G.; LUNARDI, V. de O.; CARNEIRO, B. T. S.; ALMEIDA, N. R. A. de. **Plano de gestão de logística sustentável da UFERSA.** Mossoró, 2013. Disponível em: <[https://reitoria.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/19/2015/03/PLSdefinitivo\\_UFERSA2013.pdf](https://reitoria.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/19/2015/03/PLSdefinitivo_UFERSA2013.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2021.

MEDEIROS, P. M. de et al. Ações tecnológicas em um campus universitário no contexto de uso racional de água. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28, 2015, Rio de Janeiro-RJ. **Anais...**, 2015.

NAKAGAWA, A. K. **Caracterização do consumo de água em prédios universitários:** o caso da UFBA. 2009. 183f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Departamento de Engenharia Ambiental (DEA), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

OLIVEIRA, J. L. de. **Disposição final de efluentes líquidos gerados em edificações da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró.** 2015. 59 f. TCC (Graduação) – Curso de Ciência e Tecnologia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

QGIS PROJECT. **QGIS Training Manual:** Versão 2.14. S.l: S.n., 2017. 641 p. Disponível em: <[http://docs.qgis.org/2.14/pdf/pt\\_PT/QGIS-2.14-QGISTrainingManual-pt\\_PT.pdf](http://docs.qgis.org/2.14/pdf/pt_PT/QGIS-2.14-QGISTrainingManual-pt_PT.pdf)>. Acesso em: 21 set. 2020.

QGIS. **Descubra o QGIS.** Disponível em: <<http://www.qgis.org/pt-BR/site/about/index.html>>. Acesso em: 21 set. 2020.

RIO GRANDE DO NORTE. **Decreto Nº 26.730, de 22 de março de 2017.** Declara situação de emergência nas áreas dos municípios do estado do Rio Grande do Norte afetados por desastre natural

climatológico por estiagem prolongada, que provoca a redução sustentada das reservas hídricas existentes (COBRADE/1.4.1.2.0 - Seca), e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.diariooficial.rn.gov.br/dei/dorn3/docview.aspx?id\\_jor=00000001&data=20170323&id\\_doc=566690](http://www.diariooficial.rn.gov.br/dei/dorn3/docview.aspx?id_jor=00000001&data=20170323&id_doc=566690)>. Acesso em: 07 jan. 2021.

ROSADO, C. A. Projeto de Lei nº 2940, de 2003. Dispõe sobre a transformação da Escola Superior de Agricultura de Mossoró em Universidade Federal do Vale do Apori e dá outras providências. **Portal da Câmara dos Deputados,** Brasília: Sala das Comissões, 2005.

SANTOS, J. N. dos et al. Caracterização do sistema hidráulico de edificações de uma universidade visando ao uso racional da água. In: DIAS, N. da S. et al. (Org.). **Agroecologia, recursos hídricos e políticas públicas no semiárido.** Mossoró: Edufersa, 2016. Cap. 8. p. 712-721.

SANTOS, J. N. dos. **Identificação do sistema hidráulico de edificações de ensino e pesquisa da UFERSA–Mossoró visando contribuir para a promoção do uso racional de água.** 2015. 4f. Relatório (Relatório final PIVIC) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

SHAMSI, U. M.. **GIS Applications for water, wastewater and stormwater systems.** Boca Raton: Crc Press, 2005. 413 p.

SUTTON, T.; DASSAU, O.; SUTTON, M.. **Introdução aos SIG.** 2009. Disponível em: <[https://docs.qgis.org/3.10/en/docs/gentle\\_gis\\_introduction/preamble.html#a-word-from-the-editor](https://docs.qgis.org/3.10/en/docs/gentle_gis_introduction/preamble.html#a-word-from-the-editor)>. Acesso em: 21 set. 2020.

THE DOCUMENT FOUNDATION. **Quem somos?** Disponível em: <<https://pt-br.libreoffice.org/sobre-nos/quem-somos/>>. Acesso em: 21 set. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). Graduação. **Cursos de graduação.** 2014. Disponível em: <<https://ufersa.edu.br/cursosgraduacao/>>. Acesso em: 07 jan. 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO (UFERSA). Pós-graduação. **Cursos de pós-graduação.** 2019. Disponível em: <<https://ufersa.edu.br/cursosposgraduacao/>>. Acesso em: 07 jan. 2021.

VIRGINIO, M. da S. **Avaliação dos sistemas de combate a incêndio em uma instituição de ensino superior localizada no município de Mossoró.** 2013. 66 f. TCC (Graduação) – Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do SemiÁrido, Mossoró, 2013.