

## **BANCO DE DADOS INTERATIVO (GEOSERVIÇO) PARA MAPEAMENTO DE NASCENTES: O CASO DA BACIA DO RIO LONQUEADOR (SW-PR)**

### **INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento tecnológico da sociedade brasileira nas últimas décadas foi bastante acelerado, com claros impactos sobre a gestão ambiental. Entender onde e como cada fenômeno social interage com os demais fenômenos naturais é fundamental para permitir que as pessoas, empresas e instituições consigam dar respostas rápidas e tomar decisões corretas quanto aos impactos e prognósticos de qualidade ambiental. A utilização de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) tem assumido papel fundamental enquanto ferramenta de apoio à tomada de decisões graças ao suporte e manipulação de dados geoespaciais de forma integrada (YUAN, 2010; LONGLEY et. al., 2013; BALLATORE et al., 2015).

A utilização de dados geoespaciais em ambientes web popularizou-se com o uso de Geoserviços. De maneira simplificada, os Geoserviços são concebidos para prover funções integradas de maneira rápida, onde o servidor do Geoserviço fica responsável pelo processamento dos dados geoespaciais e seu controle (CONCAR, 2010). Logo, a implantação de um WebGIS permite a integração de funções a um mapa interativo. Longley et al. (2013) define GIS como uma ferramenta computadorizada para resolver problemas geográficos e revelar o que de outra forma é invisível na informação, apoiando assim à decisão espacial.

Essa tecnologia pode ser muito útil no diagnóstico e acompanhamento da qualidade ambiental de diferentes componentes do meio físico. A gestão de recursos hídricos é um dos principais problemas para centros urbanos de diferentes grandezas (Breunig et al., 2019). No caso das cidades médias, a franca expansão espacial dos sítios urbanos tem pressionado paulatinamente os componentes do meio físico, em especial as áreas de nascentes. Inúmeras iniciativas, balizadas por diferentes metodologias, têm se debruçado sobre o tema, mas até o momento são escassos procedimentos que permitam transformar dados qualitativos em quantitativos ao mesmo tempo em que se mostrem como fonte de informação de fácil acesso ao usuário responsável pelo diagnóstico, planejamento e, em última instância, gestor dos recursos hídricos em escala espacial de detalhe, isto é, que acompanhe a qualidade ambiental de nascentes, muitas vezes contidas em unidades geomórficas de poucas centenas de metros quadrados.

Segundo Rosa (2005) já afirmava que as geotecnologias são as ferramentas que permitiam que profissionais analisem a complexidade espaciais. Com o uso dessas

tecnologias de SIG proporcionaram métodos avançados para a coleta de dados e a integração de dados geoespaciais, assim auxiliando na criação de modelos e a visualização de padrões e processos geográficos.

Diante disso, o presente trabalho apresenta um banco de dados interativo (Geoserviço) quanto a qualidade ambiental de nascentes, tendo como área piloto a bacia do rio Lonqueador, na região sudoeste do Paraná. Tal bacia hidrográfica vem sofrendo pressão ambiental de suas nascentes diante da expansão urbana da cidade de Francisco Beltrão, a qual está ocorrendo da sua foz em direção às nascentes.

Foram utilizadas geotecnologias integradas a sistemas de informação geográfica (SIG) como base metodológica. O Quantum GIS (3.36) foi empregado na construção da base de dados cartográficos, enquanto o ArcGIS foi utilizado para desenvolver o aplicativo no Survey123. Este aplicativo, complementado pelo Dashboard, permitiu a integração da base de dados com a pesquisa de campo.

Esses procedimentos permitiram a obtenção de dados espaciais, a criação de mapa temático e o desenvolvimento do aplicativo de campo por meio do Survey 123. Com essa tecnologia, é possível ter uma base de dados sólidas adquiridas em campo aumentando a eficiência da coleta de dados em campo.

## **METODOLOGIA**

O banco de dados interativo (geoserviço) quanto a qualidade ambiental de nascentes foi concebido utilizando variáveis espaciais e descritivas. Para dar suporte na construção das variáveis espaciais e preparar o banco de dados foi utilizado o software QuantumGIS 3.36 Prizen. Para o mapa interativo foi empregado a Plataforma ArcGIS, com a extensão Survey 123 para criação da aplicação de campo e o dashboard para construção do mapa interativo.

Quanto aos dados cartográficos, foi utilizada a carta topográfica em escala 1:25000 obtida através de um plugin do Exército Brasileiro no Qgis, assim foram extraídas informações sobre os locais das nascentes e o limite da bacia. Os locais das nascentes contidos na base cartográfica correspondem a cabeças de canais perenes de primeira ordem hierárquica.

Na plataforma do ArcGIS foi utilizado o módulo analítico, servidor de mapas e o portal web. O módulo analítico teve por base o uso do software ArcGIS Pro para geração das análises de dados geoespaciais com mapeamentos temáticos. Já o módulo servidor de mapas possibilita a gestão do armazenamento de dados geográficos, serviços de mapa, imagens, aplicações, conteúdo, dentre outros, especialmente utilizada para consulta em campo. O módulo portal web foi estruturado como um módulo complementar ao servidor de mapas, responsável por gerir aplicações e conteúdo da organização, pelo qual serão permitidos o compartilhamento e

a criação de conteúdo geográfico interativo por meio de website.

O primeiro passo para a criação de um banco de dados interativo foi a seleção de indagações que conduziram as observações em campo, como segue:

- 1) Nascente se encontra em área urbana ou rural?
- 2) Há vegetação mista no entorno da nascente?
- 3) Dentro do raio de 50 metros há edificações?
- 4) Caso haja, quantas edificações?
- 5) Existem sinais de erosão no entorno da nascente? (natural ou antrópica?)
- 6) Caso haja, qual erosão?
- 7) A nascente apresenta algum tipo de poluição visível?
- 8) Existem práticas agrícolas na proximidade da nascente?
- 9) A nascente está cercada ou protegida de acesso de pessoas e animais?
- 10) Há alguma fonte de contaminação industrial nas proximidades da nascente?
- 11) A nascente tem fluxo constante de água?

O segundo passo consistiu-se em desenvolver uma aplicação de campo dentro do aplicativo Survey123 da Plataforma ArcGIS. Nesta etapa exige-se a criação de formulários inteligentes dentro do aplicativo de modo que cada pergunta e resposta sejam armazenados no mesmo banco de dados e assim possuam em comum uma variável espacial, que nesse caso foi a localização de cada ponto visitado em campo (figura 1).

Figura 1: Painel de visualização da aplicação de campo.



Elaborado pelo autor

O segundo passo consiste no desenvolvimento de um mapaweb com a integração de banco de dados. Inicialmente, foram carregados os dados processados no QuantumGIS sendo esses (quadro 1):

Quadro 1 - Dados Secundários – Base de Dados

Variáveis	Fonte	Ano de Elaboração	Quem Elaborou
Carta topográfica	Plugin QGIS	1970/1980	BGDEx
Hidrografia	ANA	2017	ANA
Limite da bacia	Carta Topográfica*	2024	Autor
limites municipal	IBGE	2010	IBGE
Nascentes	Carta Topográfica*	2024	Autor

\*Os dados foram obtidos manualmente, extraído pela carta topográfica.

A carta topográfica utilizada foi obtida através do plugin BGDEx no QuantumGIS. Esse plugin permitiu ter acesso a carta topográfica da área de 1:25000. A carta topográfica foi elaborada pelo Exército Brasileiro nas décadas de 1970 e 1980. O uso dessa carta permitiu a delimitação do limite da bacia hidrográfica e a identificação dos possíveis locais das nascentes. A carta topográfica foi utilizada para verificar a existência de algum curso d'água não marcado pelos dados da ANA. A utilização da carta topográfica foi para verificar a presença de cursos d'água que não estavam presentes nos dados da ANA.

Para a obtenção da base hidrográfica, foram utilizados dados do catálogo de metadados da ANA, atualizados até 2017, e da carta topográfica, contendo informações detalhadas sobre os cursos d'água. A delimitação da área foi feita manualmente, utilizando pontos cotados nas maiores altitudes do terreno, que definiram o limite da bacia hidrográfica. Os limites municipais dos municípios de Francisco Beltrão e Marmeleiro foram baseados em dados do IBGE de 2010. As nascentes foram identificadas manualmente no início dos cursos d'água, assegurando a precisão da localização na bacia.

No terceiro momento, os dados secundários foram integrados com os dados coletados em campo no dia 26 de junho de 2024, quando 13 pontos foram visitados para validação da ferramenta. A integração ocorreu por meio do sistema de gerenciamento de dados geoespaciais do ArcGIS, criando camadas de dados visualizáveis em um único mapa web. O uso do Survey123 permitiu a coleta de dados em tempo real e offline, com armazenamento automático no ArcGIS Online, essencial para áreas sem cobertura de internet.

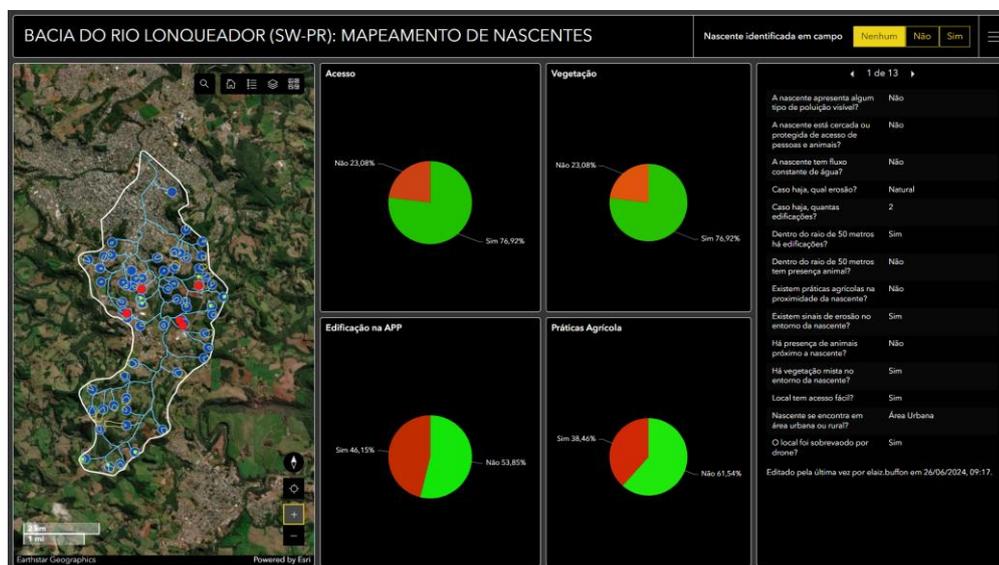
Na quarta etapa, é criado o banco de dados interativo, com os dados das etapas anteriores. Nessa etapa foi utilizado a extensão dashboard da Plataforma do ArcGIS Online. No dashboard é adicionado os modelos de gráficos e o mapa, cada elemento é configurado para

exibir variáveis específicas, assim permitindo uma visualização personalizada. Com essa ferramenta os filtros podem ser alterados dinamicamente para selecionar quais elementos para ficar visível no mapa. Após a publicação do dashboard é possível gerenciar e atualizar com novos dados, assim esse processo facilita na análise geoespaciais.

## RESULTADOS

A interface está dividida visualmente em três quadros principais, cada quadro tem uma apresentação dos dados encontrados em campo (Figura 2). O primeiro quadro à esquerda, está relacionado ao mapa da bacia do Rio Lonqueador. Tal quadro tem a visualização espacial, assim exibindo o mapa com as variáveis da hidrografia, limite da bacia e as nascentes da bacia do Rio Lonqueador. As nascentes estão identificadas em três cores diferentes, onde representam a condição das nascentes. As cores utilizadas no mapa para a identificação, estão entre as cores azul, verde e vermelho, no qual a cor azul está relacionada a todas as nascentes da bacia, vermelha são os locais visitados que não foram encontrados o ponto exultório e a cor verde são os locais que foi encontrado as nascentes com fluxo d'água.

Figura 2: Painel de visualização do mapa interativo.



Elaborado pelo autor

No segundo quadro, centro do mapa interativo, estão os resultados do aplicativo Survey 123. O quadro central está apresentando gráficos dos dados obtido pelo aplicativo Survey 123 durante as visitas em campo. Esse quadro exhibe os gráficos de pizza que sintetizam os resultados observados das nascentes visitadas.

No primeiro gráfico é referente ao acesso das nascentes visitadas em campo, dispõe um total de 76,92% possui um acesso fácil, esse valor representa uma maior vulnerabilidade a

impactos antrópicos e, 23,08% possuem um acesso limitado. No segundo gráfico representa a vegetação nos locais das nascentes, apresentando 76,92% das nascentes possuem vegetação no entorno. Esse resultado representa que essas nascentes possuem uma determinada característica de cobertura vegetal e 23,08% não possui cobertura vegetal. No terceiro gráfico está associado as edificações dentro do raio da APP. Esse gráfico apresenta que cerca de 46,15% dos locais visitados possui alguma estrutura próximo à área, e diante disso é possível identificar que a urbanização crescente na área de preservação permanente está expandindo, e 53,85% dos locais visitados não apresentam qualquer estrutura próximo as nascentes. No quarto gráfico representado as práticas agrícolas. O gráfico indica que 38,46% das nascentes visitadas em campo possuem práticas agrícolas próximo ao local, esse resultado pode resultar na contaminação da fonte por alguma substância, e 61,54% não possuem práticas agrícolas no entorno da nascente.

No terceiro quadro à direita está relacionado ao questionário de campo. As perguntas variam desde as práticas agrícolas até a vegetação e sinais de erosão. As respostas são apresentadas de forma objetiva para cada local visitado, com isso permite a identificação da real situação de cada local. O formato das perguntas é orientado para a coleta dos dados, como a presença de poluição visível, fluxo de água constante e a existência de contaminação, todas as perguntas foram pensadas em informações coletadas que sejam consistentes e comparáveis.

## **DISCUSSÃO**

Os dados interativos na seleção de um gráfico ajustam automaticamente com as respostas exibidas no mapa, diante disso é um avanço contrapondo com os mapas estáticos. Essa funcionalidade auxilia na interpretação dos resultados, mas também disponibiliza uma nova dimensão para as variáveis envolvidas na pesquisa. O mapa interativo permite que o usuário interaja de modo que só os dados selecionados sejam representados ao mapa, assim explorando possibilidades de interpretação.

A interatividade possibilita um formato mais dinâmico, com isso é adaptado as necessidades específicas do usuários, possibilitando uma visão ampla e imediata das informações pertinentes, especificamente com estudos com múltiplas variáveis e que precisam ser analisadas simultaneamente. Diferente dos mapas estáticos que apresentam os dados de forma linear, os mapas interativos permitem que usuários possam destacar áreas específicas em uma região.

O banco de dados interativo criado para o mapeamento da pesquisa demonstra que os aspectos positivos quanto negativos, e como o método como os dados foram apresentados. É

considerável evidenciar que a interface do banco de dados está dividida em três quadros principais, onde possui uma interface intuitiva, o que propicia a visualização e a interpretação dos dados coletados.

A coleta de dados, além de ser relevante, demonstrou a eficiência de utilizar a ferramenta Survey123, assim possibilitando uma coleta de dados inclusive em áreas sem cobertura de internet. Esse aplicativo tem a possibilidade de funcionar offline, assim viabilizando a pesquisa assegurando que os dados sejam introduzidos ao ficar online, ou seja, os dados coletados serão integrados automaticamente na plataforma online quando conectado.

Além disso os dados podem ser coletados em diferentes dispositivos móveis, desse modo, expandindo a pesquisa em inúmeros locais sendo coletados simultaneamente.

O uso dos gráficos de pizza no painel central é outro ponto positivo no uso de um mapa interativo, já que concentram as informações de forma intuitiva e acessível, disponibilizando variáveis interativas, em que a seleção de um gráfico possibilita que as respostas possam adaptar imediatamente ao que se pretende visualizar no mapa. O modelo mapa interativo possibilita o desenvolvimento sobre a análise da pesquisa, oferecendo uma abordagem inovadora e compreensível. Por meio dos gráficos, é possível reparar os dados como o acesso às nascentes, a presença de vegetação, edificações próximo ao local e a prática agrícola.

Em contrapartida, existe a complexidade da interface, embora seja intuitiva em certos aspectos, necessita um nível de conhecimento avançado, o que torna um desafio para usuários que não estão habituados com o mapa interativo. A divisão em três quadros distintos, tem a possibilidade de confundir quem está habituado aos mapas estáticos, diferente do sistema interativo, com isso necessita uma interpretação de forma integrada.

O uso desse modelo de mapa, elimina a necessidade de gerar inúmeros gráficos ou mapas para cada variável, esse formato integra tudo em uma plataforma onde as mudanças das variáveis são caracterizadas instantaneamente, com isso oferecendo uma perspectiva geral e simultaneamente detalha as variáveis selecionadas.

A utilização de mapas interativos representa uma evolução na forma de apresentar as análises, possibilitando uma ferramenta para a compreensão das variáveis estudadas e melhorar a qualidade das conclusões obtidas, onde auxilia para identificar padrões que seriam despercebidos em análises de mapas estáticos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O desenvolvimento de uma aplicação de campo pelo ArcGIS facilitou para a coleta de dados offline, permitindo uma integração eficiente. Essa aplicação é uma ferramenta que pode

ser utilizada offline em dispositivos móveis. O acesso offline permite que os usuários colem dados em áreas remotas, assim auxiliando na coleta de informações em campo. Antes de ir para o campo, o questionário pode ser elaborado e configurado no Survey 123.

O uso da tecnologia permitiu criar uma base de dados sólida e eficiente, melhorando a coleta e integridade dos dados, mesmo offline. A pré-configuração dos questionários e o desenvolvimento de um mapa interativo com uma interface intuitiva facilitaram a visualização e análise das nascentes, usando codificação por cores para representar seu status. A aplicação do sistema auxiliou no gerenciamento das informações e forneceu uma base para futuras pesquisas na bacia hidrográfica.

A combinação das ferramentas ArcGIS e Survey123 demonstrou a capacidade das tecnologias integradas na gestão de dados. Além disso, a metodologia empregada contribuiu para a coleta e análise de dados, sugerindo que futuras pesquisas explorem o uso de geoserviços em diferentes áreas e contextos. Portanto, a importância de continuar a utilização e o desenvolvimento de ferramentas digitais para o mapeamento e análise de dados ambientais. O mapa interativo e os gráficos gerados oferecem uma perspectiva eficiente, que pode ser ampliada e ajustada para atender a diferentes necessidades e cenários em futuras pesquisas.

**Palavras-chave:** Banco de Dados interativo, SIG, Nascentes, Gestão Ambiental, Geoserviço.

**AGRADECIMENTOS:** Agradeço a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado, que foi essencial para desenvolver a pesquisa.

## REFERÊNCIAS

BALLATORE, A., HEGARTY, M., KUHN, W., & PARSONS, E. **Spatial Search, Final Report**. Santa Barbara, CA, 2015. Acessado em: <https://escholarship.org/uc/item/33t8h2nw>.  
CONCAR, **Plano de Ação para a Implantação da INDE**. Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), 2010.

BREUNIG, Fábio Marcelo; HAYAKAWA, Ericson Hideki; BACANI, Vitor Matheus; TRENTIN, Romario; PEREIRA FILHO, Waterloo; SILVA, Aguinaldo. Reflexões sobre as Geotecnologias no Contexto da Geografia do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 46, n. 2, p. 185-198, jun. 2019.

LONGLEY, P. A; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J; RHIND, D. W. **Sistemas e ciência da informação geográfica**. 3. Ed., Porto Alegre: Bookman, 2013, 540p.

YUAN, M. Geographic Data Structures. In: Manual of geospatial science and technology. BOSSLER, J. (editor). New York: CRC Press, 2010.

ROSA, Roberto. Geotecnologias na Geografia Aplicada. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 16, p. 81-90, 2005.