

# **Desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para o monitoramento de uma bacia hidrográfica, utilizando software livre**

## **RESUMO**

Este artigo apresenta os primeiros resultados do desenvolvimento de um sistema de informações geográficas (SIG) que tem como objetivo reunir, em uma única base, dados cartográficos e alfanuméricos da bacia hidrográfica do rio Negro-RS em território Brasileiro. O SIG está sendo desenvolvido no software gvSIG, que foi escolhido para o projeto por ser um software gratuito que apresenta farto material para consulta na web. Além disso, os autores já tinham experiência no desenvolvimento de SIG nessa plataforma. O SIG desenvolvido até o momento está sendo utilizado para auxiliar o comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica, que passou a contar com mais informações para subsidiar a tomada de decisão em assuntos relacionados a gestão territorial e a gestão das águas.

Palavras-chave: Sistema de Informações Geográficas, Bacia Hidrográfica, rio Negro.

Francienne Gois Oliveira  
Universidade Estadual Paulista – UNESP  
e-mail: franciennegois@yahoo.com.br

Alexandro Gularte Schäfer<sup>1</sup>, Maurício Bemfica Oliveira<sup>2</sup>, César Huegel Richa<sup>3</sup>  
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Campus Bagé  
e-mail: <sup>1</sup>alexandro.schafer@unipampa.edu.br; <sup>2</sup>mauriciobemfica@hotmail.com;  
<sup>3</sup>cesarhuegel@live.com

## **1. Introdução**

O Brasil, em 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos com o estabelecimento da Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997 – também conhecida como Lei das Águas – que adota a divisão do território brasileiro em bacias hidrográficas. Assim, inovações consubstanciadas nos princípios gerais de proteção ao meio ambiente e de desenvolvimento sustentável foram estabelecidas. A bacia hidrográfica passou a ser a unidade territorial de gestão dos recursos hídricos e a água a ser considerada bem de domínio público, cuja gestão deve ser descentralizada e participativa.

Em 2000, a Lei N. 9.984 criou a Agência Nacional de Águas (ANA), instituindo como sua responsabilidade a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Um dos fundamentos da PNRH é a adoção da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento.

O rio Negro é um dos mais importantes rios do Uruguai, tendo aproximadamente 850 km de extensão desde as suas nascentes no Brasil até a sua desembocadura no rio Uruguai. Em território brasileiro, o rio Negro configura-se como um curso d'água de domínio da União, transfronteiriço, tendo como principais afluentes o arroio Bocarra, o arroio Piraizinho, o arroio Quebracho, o arroio Quebrachinho, o arroio Bajé, a Sanga Cinco Salsos, a Sanga da Caneleira, o arroio Piraí e o arroio São Luís, que faz parte da divisa do Brasil com o Uruguai.

A área total da bacia hidrográfica do rio Negro é de aproximadamente 69.000 km<sup>2</sup>, dos quais aproximadamente 3.000 km<sup>2</sup> se localizam em território brasileiro. No Brasil, a bacia do rio Negro constitui-se na unidade hidrográfica U-80, conforme divisão do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (SERH-RS). A bacia se desenvolve no sentido nordeste-sudoeste até a fronteira com o território uruguaio, abrangendo os municípios de Aceguá, Bagé, Candiota, Dom Pedrito e Hulha Negra, onde está localizada a sua nascente (DAEB, 2007).

Na bacia do rio Negro os principais usuários dos recursos hídricos encontram-se representados por organismos de abastecimento público. As águas superficiais são captadas e distribuídas à população bageense pelo DAEB (Departamento de Abastecimento e Esgotos de Bagé). No município de Hulha Negra, o principal usuário está representado pela Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos, que realiza o abastecimento através de captações subterrâneas em poços.

Os principais problemas encontrados na bacia do rio Negro, atualmente, estão relacionados: a) ao déficit hídrico; b) aos efluentes industriais e domésticos provenientes das áreas urbanas; c) aos depósitos de resíduos; d) à extração de materiais nas margens e leitos dos cursos d'água; e) à ocupação de Áreas de Preservação Permanentes (APPs) por atividades rurais; f) à ocorrência de enchentes nas áreas urbanas. A disponibilidade hídrica da bacia sofre fortemente com as estiagens, de acordo com registros realizados já há vários anos, e que vem se repetindo a cada ano. A situação do déficit hídrico enfrentado pela região leva a frequentes racionamentos de água para a população urbana de Bagé.

Desta maneira, verifica-se que existem sérios problemas na bacia hidrográfica do rio Negro e, paralelamente, um grande desconhecimento de seus aspectos físicos, ambientais e sociais, o que prejudica o processo de tomada de decisão no sentido de eliminar ou minimizar esses problemas existentes. Neste contexto, este artigo apresenta os primeiros resultados do desenvolvimento de um sistema de informações geográficas (SIG) que tem como objetivo reunir, em uma única base de dados, dados cartográficos e alfanuméricos já existentes, além de novos dados a serem produzidos no decorrer da pesquisa.

## 2. Materiais e método

A bacia hidrográfica do rio Negro em território brasileiro está localizada (figura 1) no sul do Rio Grande do Sul, prolongando-se até a fronteira com o Uruguai.

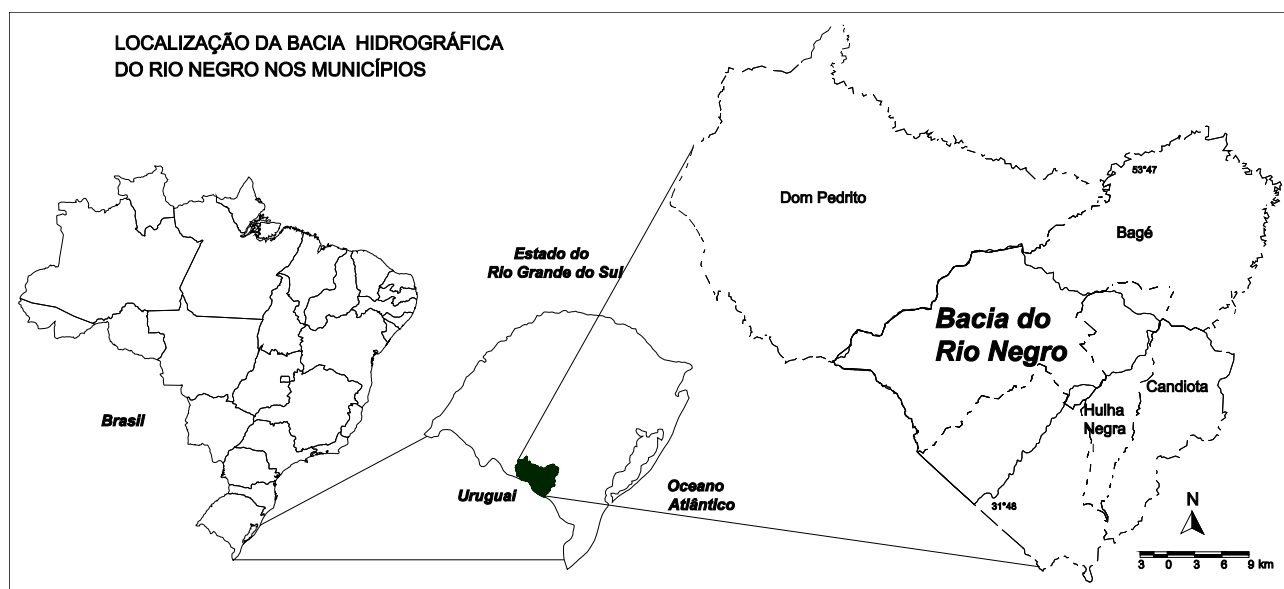


Figura 1: localização da bacia hidrográfica do rio Negro em território brasileiro

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos municípios abrangidos pela bacia hidrográfica, para verificar se haviam estudos preexistentes de onde fosse possível obter material cartográfica para o SIG. Em seguida, foram realizadas buscas em órgãos governamentais, nacionais

e estaduais, por material cartográfico da área da bacia. Os materiais encontrados para compor a base do SIG foram: a) um estudo de diagnóstico da bacia (DAEB, 2007), realizado como etapa anterior ao plano de bacia, que apresentava arquivos vetoriais e matriciais, no formato específico do software spring; e b) dados vetoriais e matriciais, a maioria na escala 1:250.000 e em diferentes sistemas de projeção, nos sítios do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2013), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013) e Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul (SEMA, 2012).

O software utilizado para o desenvolvimento do SIG foi o gvSIG, versão 1.11, que foi escolhido para o projeto por ser um software gratuito e que apresenta farto material para consulta na web. Além disso, os autores já tinham experiência no desenvolvimento de SIG nessa plataforma.

De posse dos dados cartográficos e alfanuméricos, a primeira etapa do trabalho consistiu na realização da reprojeção dos dados cartográficos, que estavam em diferentes sistemas de projeção, para o SIRGAS 2000. Em seguida, foi criado um projeto no gvSIG, onde os arquivos reprojados foram inseridos e tiveram seus atributos e feições editados utilizando os algoritmos disponíveis no sextante e as demais funcionalidades para edição disponíveis no software. Procurou-se eliminar atributos que não traziam dados importantes para o projeto ou que eram redundantes. Paralelamente, foram gerados arquivos de metadados. Por fim, a partir dos dados preexistentes, foram produzidos novos dados cartográficos, específicos da bacia do rio Negro.

### 3. Resultados

Atualmente, o SIG da bacia do rio Negro em território brasileiro conta com os seguintes planos de informação (quadro 1):

Quadro 1: Planos de informação que compõe, o Sistema de Informações Geográficas da Bacia do rio Negro em território brasileiro.

• Áreas urbanas dos municípios	• Limites da bacia hidrográfica
• Curvas de nível	• Municípios abrangidos pela bacia
• Distritos dos municípios	• Pedologia
• Estações climatológicas	• Pontos cotados
• Estações fluviométricas	• Pontos de monitoramento de qualidade da água
• Estações pluviométricas	• Setores censitários de 2000
• Hidrografia	• Setores censitários de 2010
• Imagem de satélite Landsat do ano de 2012 – Infravermelho falsa cor	• Sistema viário
• Imagem de satélite Landsat do ano de 2012 – Composição colorida	• Subbacias da bacia do rio Negro
• Hipsometria	• Uso do solo

A figura 2 apresenta uma visão geral da organização dos planos de informação no gvSIG, com a composição colorida da imagem do satélite Landsat 7, do ano de 2012.

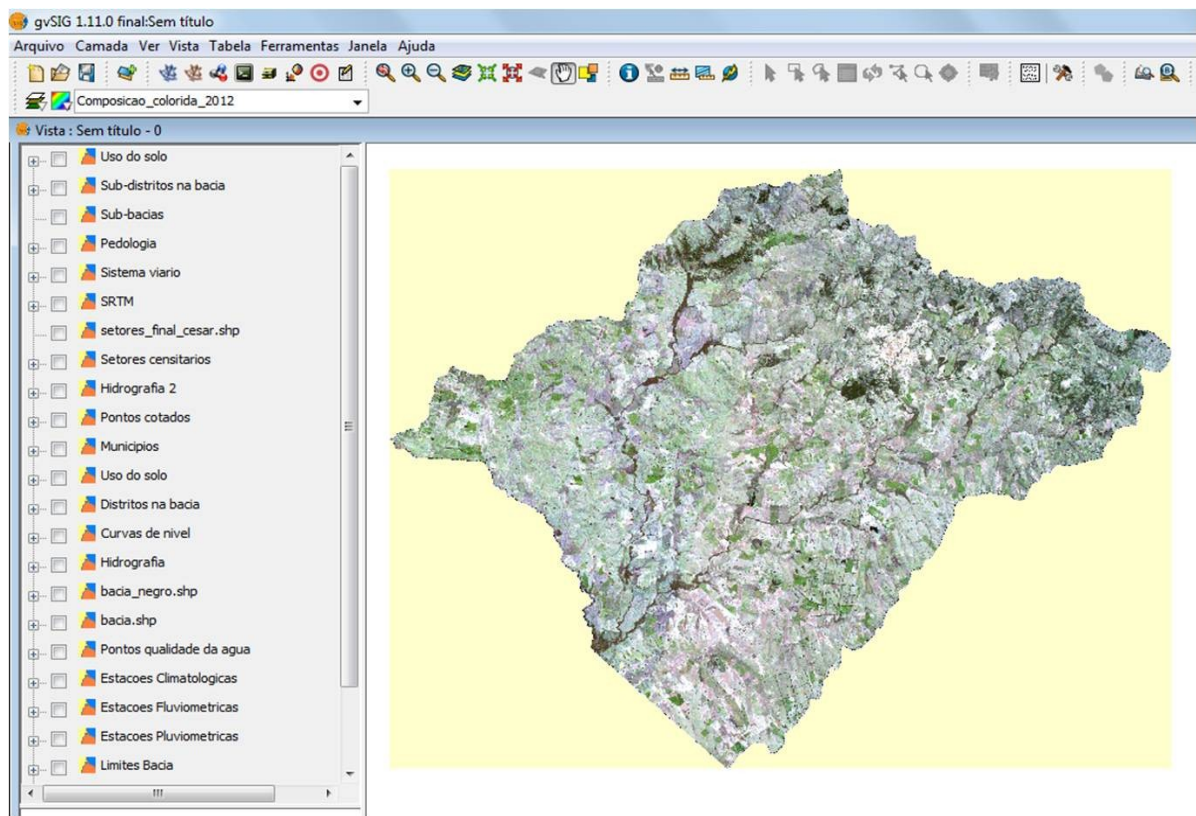


Figura 2: visão geral da área de trabalho e composição colorida R3G2B1 de imagens do satélite Landsat 7 do ano de 2012.

Na figura 3, apresenta-se os principais cursos d'água no interior da bacia hidrográfica do rio Negro.



Figura 3: Principais cursos d'água na bacia hidrográfica do rio Negro.

Os principais cursos d'água no interior da bacia são o rio Negro e o arroio Pirai. Destacam-se ainda o arroio Bagé, que atravessa a área urbana do município de Bagé, e o arroio Piraizinho, que tem, em sua subbacia, toda a captação de água para consumo humano da cidade de Bagé.

Verificou-se diversas inconsistências nessa primeira etapa do trabalho, alguns rios e arroios são conhecidos por mais de um nome, não tendo, muitas vezes, uma denominação oficial. Para contornar este problema, está se realizando uma pesquisa no sentido de melhorar a qualidade da informação sobre os rios e arroios da bacia hidrográfica.

Existe um trabalho de conclusão de curso de graduação em desenvolvimento na Universidade Federal do Pampa, em que se está monitorando parâmetros de qualidade da água em um dos arroios que atravessam a área urbana do município de Bagé. Estes dados estão sendo inseridos no SIG, e futuramente irão auxiliar no processo de enquadramento dos corpos d'água da bacia hidrográfica.

A figura 4 apresenta a sobreposição dos planos de informação “hidrografia”, “limites\_bacia” e “municípios”, a partir da qual é possível verificar a abrangência da bacia hidrográfica nos municípios, bem como a localização dos principais cursos d'água da bacia hidrográfica.



Figura 4: sobreposição dos layers “municípios”, “limite da bacia” e “hidrografia”.

Com um dos objetivos do desenvolvimento do SIG da bacia hidrográfica do rio Negro é possibilitar que a população local conheça melhor o ambiente onde vive, este tipo de imagem é de grande relevância, pois fornece informação visual aos moradores.

A informação sobre a cobertura superficial do terreno, na bacia hidrográfica, está sintetizada na figura 5.

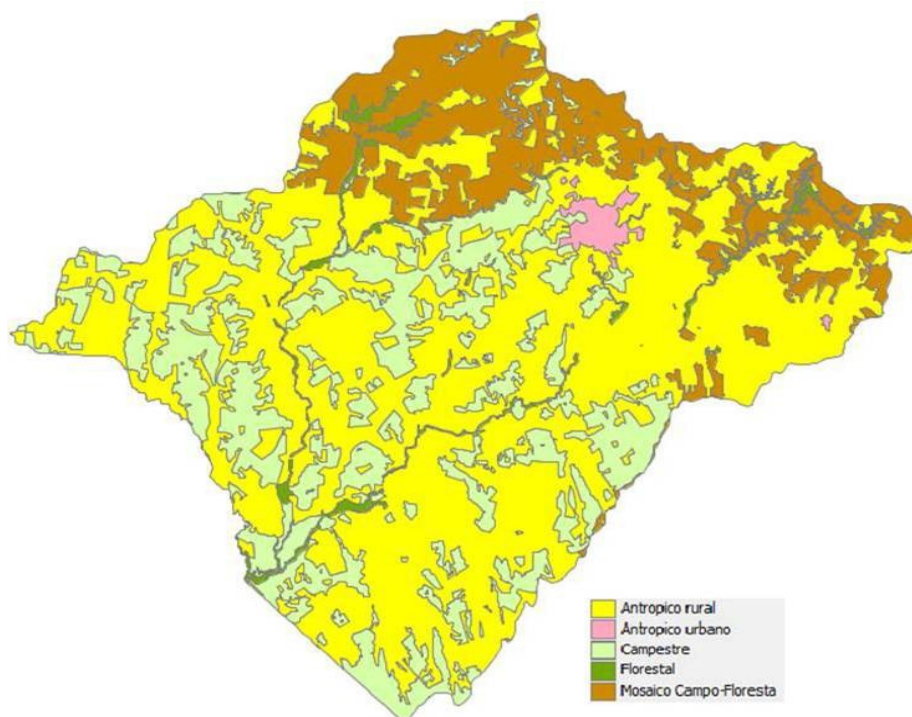


Figura 5: Cobertura superficial do terreno na bacia hidrográfica do rio Negro.

É possível verificar que grande parte da bacia é coberta por áreas antropizadas por uso rural. As áreas antropizadas por uso urbano correspondem às sedes dos municípios de Bagé e de Hulha Negra. Nas partes mais altas da bacia hidrográfica, predominam os mosaicos campo-floresta. As áreas florestais estão restritas às áreas de entorno dos dois principais cursos d'água da bacia, o rio Negro e o arroio Pirai.

A figura 6 apresenta as informações sobre o sistema viário no interior da bacia hidrográfica.

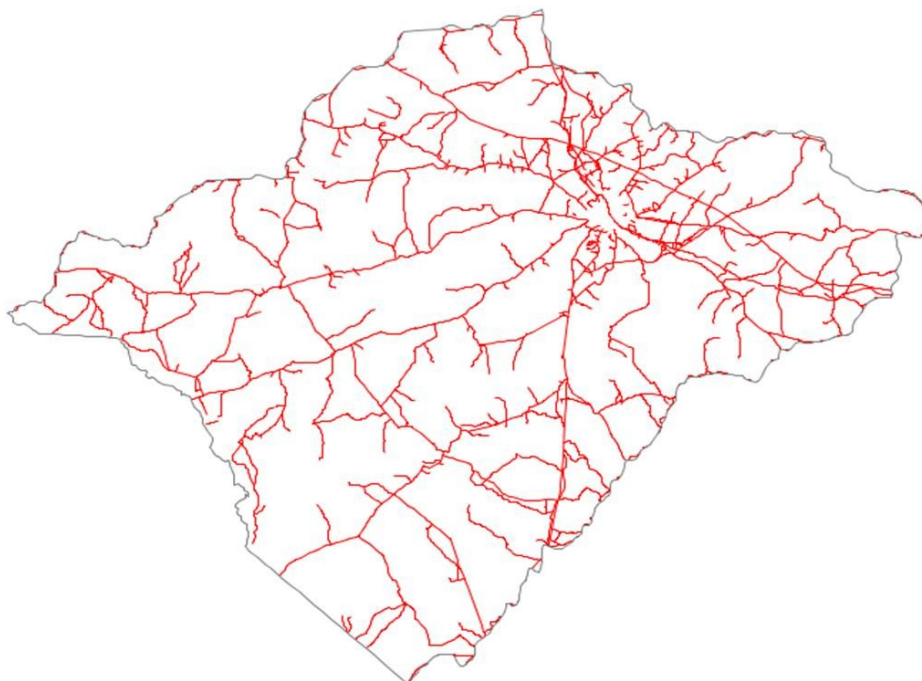


Figura 6: Sistema viário na bacia hidrográfica do rio Negro.

A informação sobre o sistema viário foi inserida no SIG após a realizações de reuniões com a brigada militar, que necessitava do mapeamento das estradas e acessos no interior da bacia devido à constante ocorrência de abigeatos nas propriedades rurais nos últimos anos. Embora ainda não contenha todos os acessos existente, os elementos já inseridas no SIG servem de auxílio para o planejamento de operações voltadas à redução dos crimes de abigeato na região.

#### 4. Conclusões e recomendações

Apresentou-se neste artigo, de maneira sucinta, os principais aspectos relacionados ao desenvolvimento do Sistema de Informações Geográficas da bacia hidrográfica do rio Negro em território brasileiro, bem como os resultados preliminares alcançados.

O trabalho executado até o momento possibilitou obter um maior conhecimento acerca da bacia hidrográfica do rio Negro. Estas informações estão sendo utilizadas para auxiliar o comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica, que passou a contar com mais informações para subsidiar a tomada de decisão em assuntos relacionados a gestão territorial no interior da bacia.

A próxima etapa prevista para a pesquisa é o desenvolvimento de um modelo hidrologicamente consistido e de mapas de cobertura superficial do terreno. Com isso, será possível realizar modelagens hidrológicas da bacia hidrográfica do rio Negro em território brasileiro.

#### Referências

Brasil. Lei no 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília. 1997.

Brasil. Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Brasília. 2000.

Departamento de Água e Esgoto de Bagé – DAEB. Caracterização e diagnóstico da bacia do rio Negro em Território Brasileiro-RS. Contrato nº 004/2007. Bagé, 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Geociências. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/mapa\\_site/mapa\\_site.php#geociencias](http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#geociencias). Acesso em: 02/03/2013

Ministério do Meio Ambiente – MMA. Geoprocessamento. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/geoprocessamento>. Acesso em: 03/04/2013

Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul – SEMA. Mapas e gráficos. Disponível em: [http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod\\_agrupador=5](http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_agrupador=5). Acesso em 08/11/2012.