

Um Sistema de Informações Geográficas para auxiliar no processo de tomada de decisão em um comitê de bacia hidrográfica

César Huegel Richa¹, Everton de Almeida Lucas², Maurício Bemfica Oliveira³, Alexandro Gularte Schäfer⁴

Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA. Campus Bagé
e-mail: ¹cesarhuegel@live.com; ²mauriciobemfica@hotmail.com;
³alexandro.schafer@unipampa.edu.br

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) que tem como finalidade proporcionar informações espaciais ao comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica do rio Negro-RS, contribuindo no processo de tomada de decisão. O SIG está sendo desenvolvido no software gvSIG. Inicialmente foi realizada uma pesquisa nos municípios abrangidos pela bacia, para verificar se haviam estudos preexistentes. Em seguida, foram realizadas buscas em órgãos governamentais, nacionais e estaduais, por material cartográfico da área de abrangência da bacia. De posse dos dados espaciais, criou-se um projeto no gvSIG, onde esses dados foram adicionados e reprojatados para o sistema de projeção UTM/SIRGAS2000. Logo após, os dados foram editados utilizando os algoritmos disponíveis no sextante. Utilizou-se também o PostgreSQL, com sua extensão espacial PostGIS, no processo de edição dos dados. A partir do cruzamento dos dados preexistentes, foram produzidos novos dados cartográficos para a bacia do rio Negro. O SIG desenvolvido 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 dos recursos hídricos.

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

1. Introdução

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.

A área total da bacia hidrográfica do rio Negro é de aproximadamente 69.000 km², dos quais aproximadamente 3.000 km² 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).

Existem sérios problemas na bacia hidrográfica do rio Negro relacionados ao déficit hídrico e, paralelamente, um grande desconhecimento de seus aspectos físicos, ambientais e sociais, o que prejudica o processo de tomada de decisão no sentido de minimizar esses problemas existentes.

O Brasil, em 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) 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.

No contexto da PNRH, o comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica do rio Negro foi instituído pelo decreto estadual nº 45.531, de 05 de março de 2008.

Desde o ano de 2012, a Universidade Federal do Pampa (Unipampa) vêm contribuindo com o comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica do rio Negro-RS em território brasileiro, no âmbito do projeto de extensão universitária intitulado “bacia hidrográfica do rio Negro-RS: conhecer para gerenciar”. Um dos objetivos do projeto é compor um repositório de informações para auxiliar no processo de tomada de decisão, em questões relacionadas a gestão territorial e de recursos hídricos. Neste contexto, uma das primeiras ações do projeto foi o desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para realizar o armazenamento, o gerenciamento, a recuperação e a análise dos dados espaciais e alfanuméricos da bacia hidrográfica do rio Negro.

Os resultados iniciais do desenvolvimento do SIG da bacia do rio Negro foram apresentados em Oliveira et al. (2013). No presente artigo, apresenta-se uma visão geral acerca do desenvolvimento do SIG, além das principais atualizações e inclusões de dados realizados recentemente.

2. Materiais e método

A bacia hidrográfica do rio Negro em território brasileiro está localizada (figura 1) na região sul do Rio Grande do Sul, Brasil, prolongando-se até a fronteira com o Uruguai e abrangendo os municípios de Aceguá, Bagé, Candiota, Dom Pedrito e Hulha Negra.

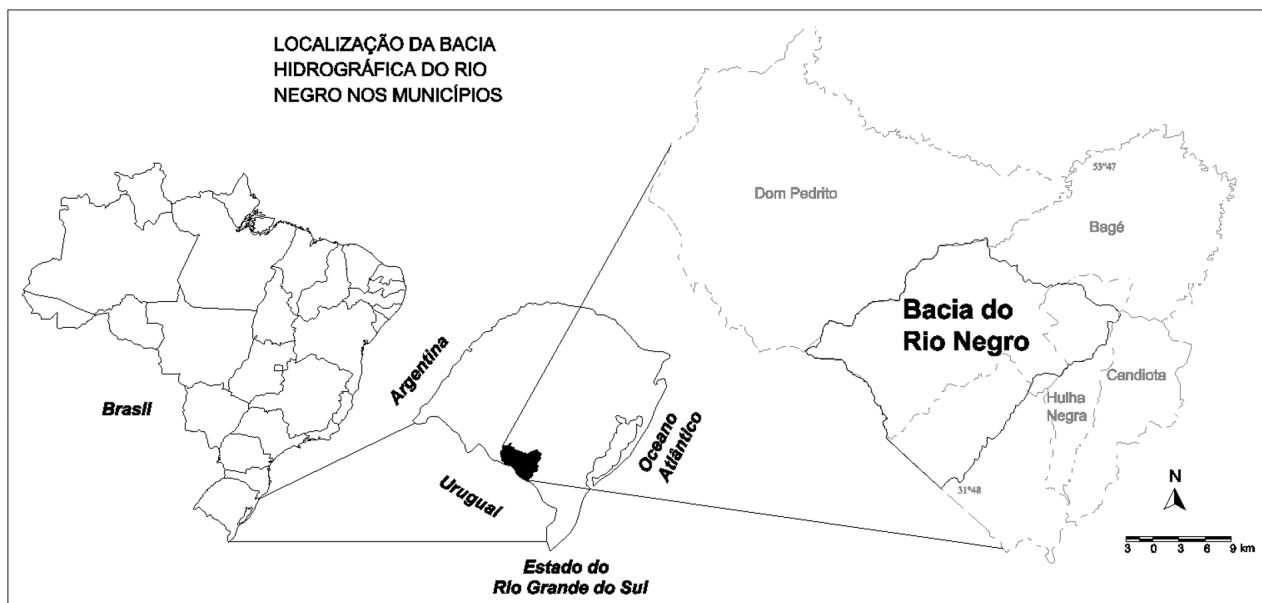


Figura 1: localização da bacia hidrográfica do rio Negro em território brasileiro

No processo de desenvolvimento do SIG, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos municípios abrangidos pela bacia hidrográfica, para verificar se haviam estudos preexistentes, em que fosse possível obter material cartográfico 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; 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) e c) o estudo de reconhecimento de solos do município de Bagé, de 1983, publicado na escala 1:100.000.

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 UTM/SIRGAS2000. 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. Utilizou-se também o PostgreSQL, com sua extensão espacial PostGIS, no processo de edição dos dados. 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.

No período compreendido entre o segundo semestre de 2013 e o primeiro semestre de 2014, o foco do trabalho foi a atualização dos dados já existentes no SIG. Nesse sentido, foi confeccionado um mapa de cobertura superficial do terreno da bacia hidrográfica do ano de 2013, a partir das cenas das órbitas 222 e 223, ponto 82, do satélite Landsat 8. Para tanto, foi utilizado o método de classificação supervisionada da Máxima Verossimilhança. Foram definidas 6 classes de cobertura superficial do terreno: corpos d'água, área urbana, agricultura, campo, mata nativa e reflorestamento.

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-RS atualmente.

• 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	• Subbacias da bacia do rio Negro
• Estações pluviométricas	• Setores censitários de 2000
• Hidrografia	• Setores censitários de 2010
• Mosaico de imagens do satélite Landsat 7 do ano de 2012 – Infravermelho falsa cor	• Sistema viário
• Mosaico de imagens do satélite Landsat 7 do ano de 2012 – Composição colorida	• Pontos de monitoramento de qualidade da água
• Imagem do satélite Landsat 8, do ano de 2013	• Cobertura superficial do terreno 2013
• Hipsometria	

O mapa de estações fluviométricas foi atualizado, pois foi instalada uma nova estação pluviométrica na bacia hidrográfica, a estação 79200000 (Fazenda São Jorge).

A figura 2 apresenta uma visão geral da organização dos planos de informação no gvSIG, com a composição *infravermelho falsa cor* obtida a partir do mosaico de imagens do satélite Landsat 7, do ano de 2012.

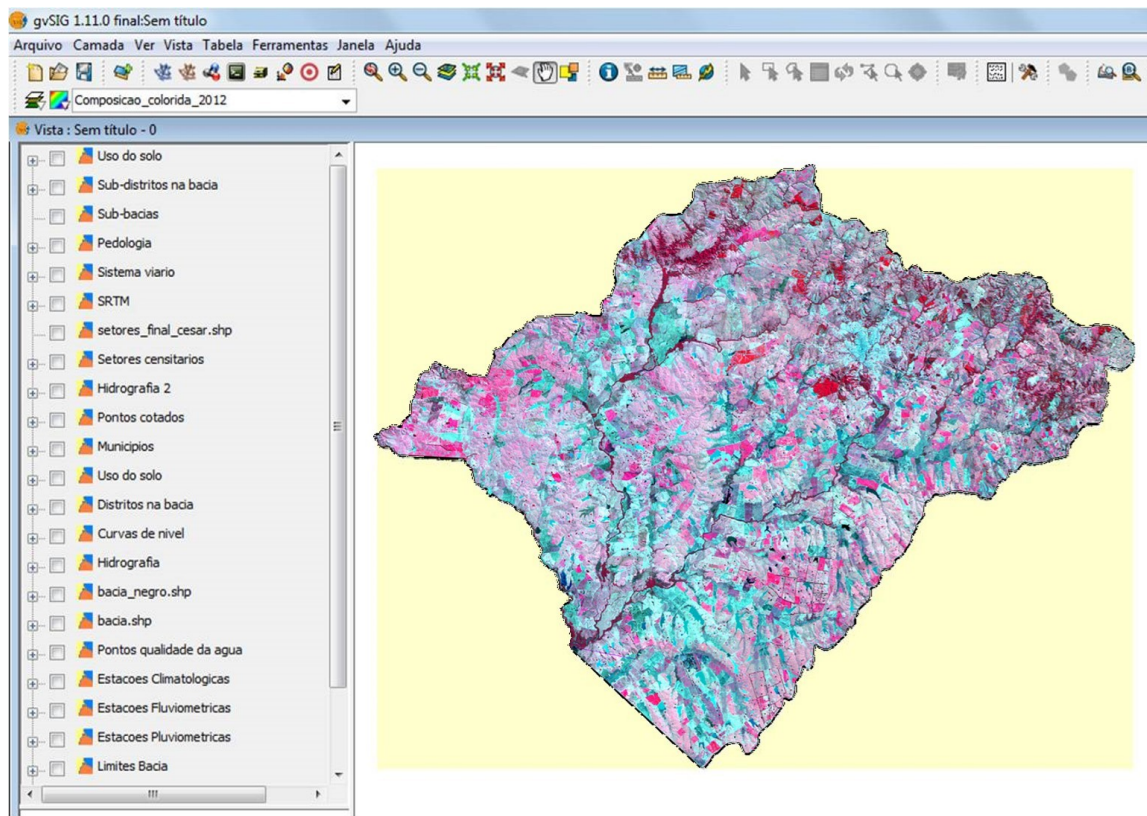


Figura 2: visão geral da área de trabalho e imagem *infravermelho falsa cor* obtida a partir do mosaico de imagens do satélite Landsat 7 do ano de 2012.

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.

Um trabalho de conclusão de curso de graduação desenvolvido na Universidade Federal do Pampa (Unipampa), monitorou parâmetros de qualidade da água no arroio Bagé durante três meses. Estes dados foram inseridos no SIG e, futuramente, auxiliarão 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.



Municípios abrangidos pela bacia.

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 habitantes da bacia.

A figura 5 apresenta o resultado do mapeamento da cobertura superficial do terreno, na bacia hidrográfica, referente ao ano de 2013, a partir de imagens do satélite Landsat 8.

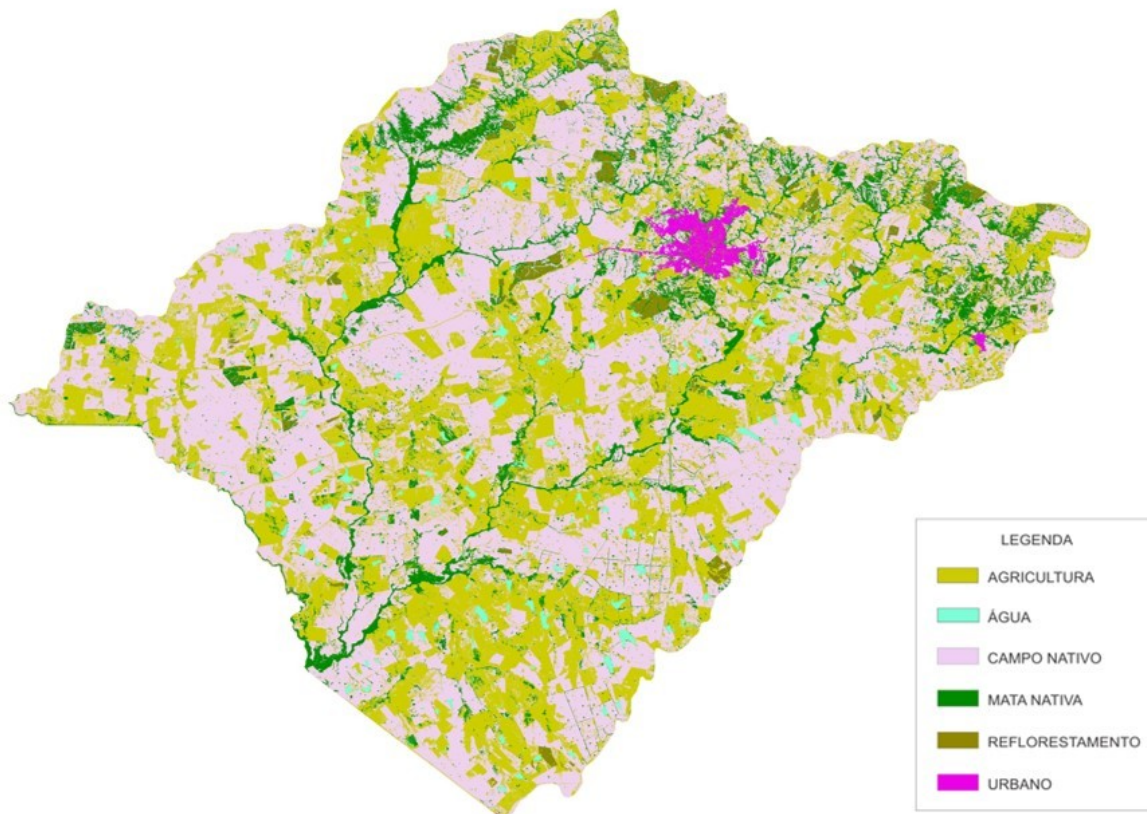


Figura 5: Cobertura superficial do terreno na bacia hidrográfica do rio Negro.

É possível verificar que a maior parte da bacia hidrográfica é coberta por áreas de agricultura e por campos. As áreas antropizadas por uso urbano correspondem às sedes dos municípios de Bagé e de Hulha Negra. As áreas cobertas por mata nativa estão restritas às áreas do entorno dos dois principais cursos d'água da bacia, o rio Negro e o arroio Pirai.

No quadro 2, apresenta-se a quantificação das classes de cobertura superficial do terreno mapeadas na figura 5, referentes ao ano de 2013. Os valores encontrados foram comparados com os valores referentes a situação de cobertura superficial do terreno do ano de 2007, apresentados em DAEB (2007). Os valores da alteração da cobertura superficial do terreno, apresentados em porcentagem no quadro 2, foram calculados com relação a área total da bacia hidrográfica.

Quadro 2: Alteração na cobertura superficial do terreno na bacia hidrográfica do rio Negro entre os anos de 2007 e 2013

CLASSES	AREA 2007 (Km²)	AREA 2013 (Km²)	Alteração 2007/2013 (km²)	Alteração 2007/2013 (%)
Corpo d'água	39,52	44,46	4,94	0,17
Agricultura	391,28	1037,10	645,82	21,71
Campo	2174,17	1513,40	-660,77	-22,21
Mata nativa	345,41	285,37	-60,04	-2,02
Reflorestamento	12,54	65,88	53,34	1,79
Urbano	26,18	29,07	2,89	0,10

Analisando o quadro 2, é possível verificar o aumento expressivo das áreas ocupadas por agricultura, em contraste com a grande redução das áreas ocupadas por campos. Isto retrata o

avanço da área plantada (em sua grande maioria por soja) sobre os campos, que vem ocorrendo na região, nos últimos anos. Cabe ressaltar, também, o aumento na área ocupada por reservatórios (aproximadamente 5 km²) e por reflorestamento (53,34km²). Houve ainda uma redução de 60,04 km² (2,02% da área total da bacia hidrográfica) nas áreas ocupadas por mata nativa.

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

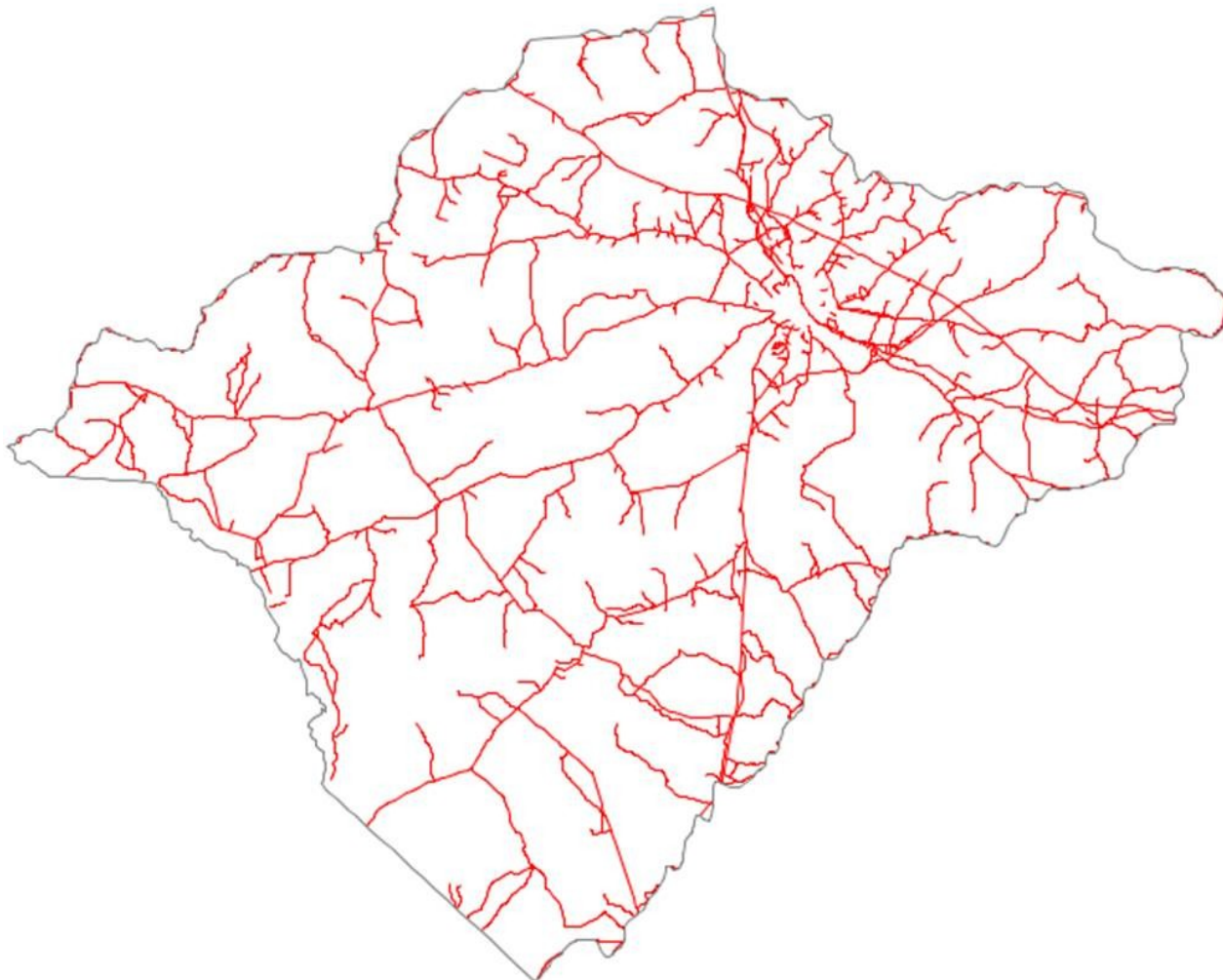


Figura 6: Sistema viário na bacia hidrográfica do rio Negro.

A informação sobre o sistema viário foi inserida no SIG após a realização 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 da região, nos últimos anos. Embora ainda não contenha todos os acessos existentes, os elementos já inseridos no SIG servem de auxílio para o planejamento de operações voltadas à redução desse tipo de crime.

4. Conclusões e trabalhos futuros

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

O trabalho executado até o momento possibilitou obter um maior conhecimento acerca dos principais aspectos físicos da bacia hidrográfica do rio Negro, bem como das alterações que vêm

ocorrendo na bacia, ao longo dos últimos anos. Os estudos realizados demonstram o avanço da agricultura sobre os campos e a redução considerável das áreas ocupadas por vegetação arbórea nativa. Verifica-se ainda que, apesar da área ocupada pela agricultura ter aumentado expressivamente, a área ocupada por reservatórios de água não apresentou a mesma taxa de alteração, o que pode indicar um aumento na captação de água realizada diretamente nos cursos d'água, contribuindo para o déficit hídrico.

Os dados espaciais e alfanuméricos que constituem o SIG estão sendo utilizados para auxiliar o comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica do rio Negro, que passou a contar com dados espaciais atualizados para subsidiar a tomada de decisão, em assuntos relacionados a gestão territorial e dos recursos hídricos.

A partir do mapeamento da cobertura superficial do terreno, foi iniciado um trabalho visando localizar e cadastrar todos os reservatórios existentes na bacia hidrográfica, o que servirá para futuras pesquisas de balanço hídrico.

Atualmente, verifica-se a necessidade de ampliar e facilitar o acesso aos dados que compõem o SIG da bacia hidrográfica do rio Negro, pois alguns setores das prefeituras dos municípios abrangidos pela bacia vêm demonstrando interesse na utilização dos dados. Desta maneira, se está trabalhando em um sistema que possibilite a disponibilização dos dados espaciais e alfanuméricos da bacia do rio Negro na internet, utilizando o software i3geo.

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. 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

Oliveira, F.; Richa, C.; Oliveria, M.; Schafer, A. Desenvolvimento de um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para o monitoramento de uma bacia hidrográfica, utilizando software livre. Anais 5^{tas} Jornadas de Latinoamérica y Caribe/3^{as} jornadas Argentinas de gvSIG. Buenos Aires, 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. Acesso em 08/11/2012.