

**RDG**

Revista do Departamento de Geografia USP

ISSN 2236-2878

Revista do Departamento de Geografia  
Universidade de São Paulo  
[www.revistas.usp.br/rdg](http://www.revistas.usp.br/rdg)

Volume Especial – XVII SBGFA / I CNGF (2017)

**Bacia do Arroio Chasqueiro (RS): Alterações Morfohidrográficas Vinculadas à Dinâmica de Cobertura e Uso da Terra*****Arroio Chasqueiro Hydrographic Basin (RS): Morphohydrographic Changes Caused by Land Use and Land Cover Dynamics*****Adriano Luís Heck Simon**Universidade Federal de Pelotas  
[adriano.simon@ufpel.edu.br](mailto:adriano.simon@ufpel.edu.br)**Tamara Felipim**Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá  
[tamara.felipim@mamiraua.org.br](mailto:tamara.felipim@mamiraua.org.br)**Ândrea Lenise de Oliveira Lopes**Universidade Federal de Pelotas  
[andrealopes1986@hotmail.com](mailto:andrealopes1986@hotmail.com)Recebido (Received): 18/03/2017  
DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.132730

Aceito (Accepted): 02/06/2017

**Resumo:** A ação antrópica em bacias hidrográficas é responsável pela imposição de mecanismos de controle diretos e indiretos sobre a morfohidrografia. A Bacia do Arroio Chasqueiro, localizada no município de Arroio Grande, Estado do Rio Grande do Sul (Brasil), teve sua rede de drenagem interceptada a partir da construção de um reservatório para captação de água e abastecimento de lavouras de arroz irrigado. Aliada à construção do reservatório, ocorreu uma reconfiguração espacial atrelada à dinâmica de Cobertura e Uso da Terra. Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar e analisar as alterações morfohidrográficas na média e alta bacia do Arroio Chasqueiro (Rio Grande do Sul, Brasil), decorrentes do barramento imposto ao sistema fluvial e da dinâmica de cobertura e uso das terras. Foram elaborados mapas geomorfológicos de detalhe e mapas de cobertura e uso da terra dos anos de 1947 e 2010, a fim de possibilitar a análise das alterações ocorridas. Os resultados apontam para a diminuição das coberturas campestres presentes na área em estudo, com significativo aumento das culturas temporárias, causando modificações na configuração espacial da rede de drenagem e nas formas do relevo, com interferência sobre os processos atrelados. Foi verificada também a redução nos índices das densidades de drenagem e de rios evidenciando as relações destas alterações com as modificações diretas e indiretas impostas pela dinâmica de cobertura e uso da terra ao sistema morfohidrográfico.

**Palavras chave:** Análise Ambiental; Ocupação do Espaço; Bacia Hidrográfica; Alterações Ambientais.

**Abstract:** The anthropic action in hydrographic basins is responsible for the imposition of mechanisms of direct and indirect control about the morphohydrography. The Arroio Chasqueiro Basin, located in the town of Arroio Grande, State of Rio Grande do Sul (Brazil), had its drainage network intercepted after the construction of a reservoir for water collection and the provision of irrigated rice plantations. Coupled with the reservoir construction, there was a spatial reconfiguration linked to the land cover and land use dynamics. This work was carried out with the purpose of identifying and analyzing the morphohydrographic changes in the middle and high basin of the Arroio Chasqueiro (Rio Grande do Sul, Brazil), resulting from the dam imposed to the river system and the land cover and land use dynamics. Detailed geomorphological maps and land use/cover maps between 1947 and 2010 were elaborated, in order to enable the analysis of the occurring changes. The results pointed out for the decrease of rural coverings found in the studied area, with a significant increase of temporary cultures, causing modifications in the spatial configuration of the drainage network and in the landscape forms, with interference on the linked processes. A decrease in the levels of drainage and river densities was noticed highlighting the relations of these changes with the direct and indirect modifications imposed by the land cover and land use dynamics to the morphohydrographic system.

**Key words:** Environmental Analysis; Space Occupation; Hydrographic Basin; Environmental Change.

## INTRODUÇÃO

O uso da terra, resultante dos processos de ocupação espacial, estabelece o ponto de partida das transformações sobre os elementos do sistema físico-ambiental, tendo início com a remoção e substituição da cobertura vegetal original para a implantação das atividades humanas – em especial aquelas vinculadas a agricultura e pecuária – relacionando-se também com a evolução de estruturas urbanas (TURNER II *et al.* 1995; LAMBIM *et al.* 1999).

Como efeito desses processos, os elementos do sistema físico-ambiental procuram adequar seus atributos às novas condições de controle impostas, reajustando-se às características que regulam a entrada, saída e circulação de matéria e energia. Muitas vezes, as alterações derivadas da dinâmica de cobertura e uso da terra se tornam tão profundas que a capacidade de resistência e resiliência dos atributos destes elementos físico-ambientais pode ser comprometida, ocasionando impactos ambientais que levam a estruturação de um novo equilíbrio dinâmico no sistema, condicionado, sobretudo, pelos mecanismos de controle exercidos pelas atividades antrópicas (DREW, 1986).

As formas do relevo também se constituem enquanto elementos do sistema físico-ambiental onde incidem as interferências diretas do processo de ocupação espacial e apropriação dos recursos naturais, pois caracterizam a base de ocorrência de tais ações (CASSETI, 1991). Christofolletti (1999) afirma que as feições topográficas e os processos morfogenéticos atuantes em uma determinada área possuem papel relevante para as categorias de uso da terra derivadas do processo de ocupação espacial, tanto nas atividades agrícolas como nas urbano-industriais. Acrescenta-se também a importância que as formas do relevo assumem para organização de obras viárias, para a exploração dos recursos naturais, para o lazer e para o turismo.

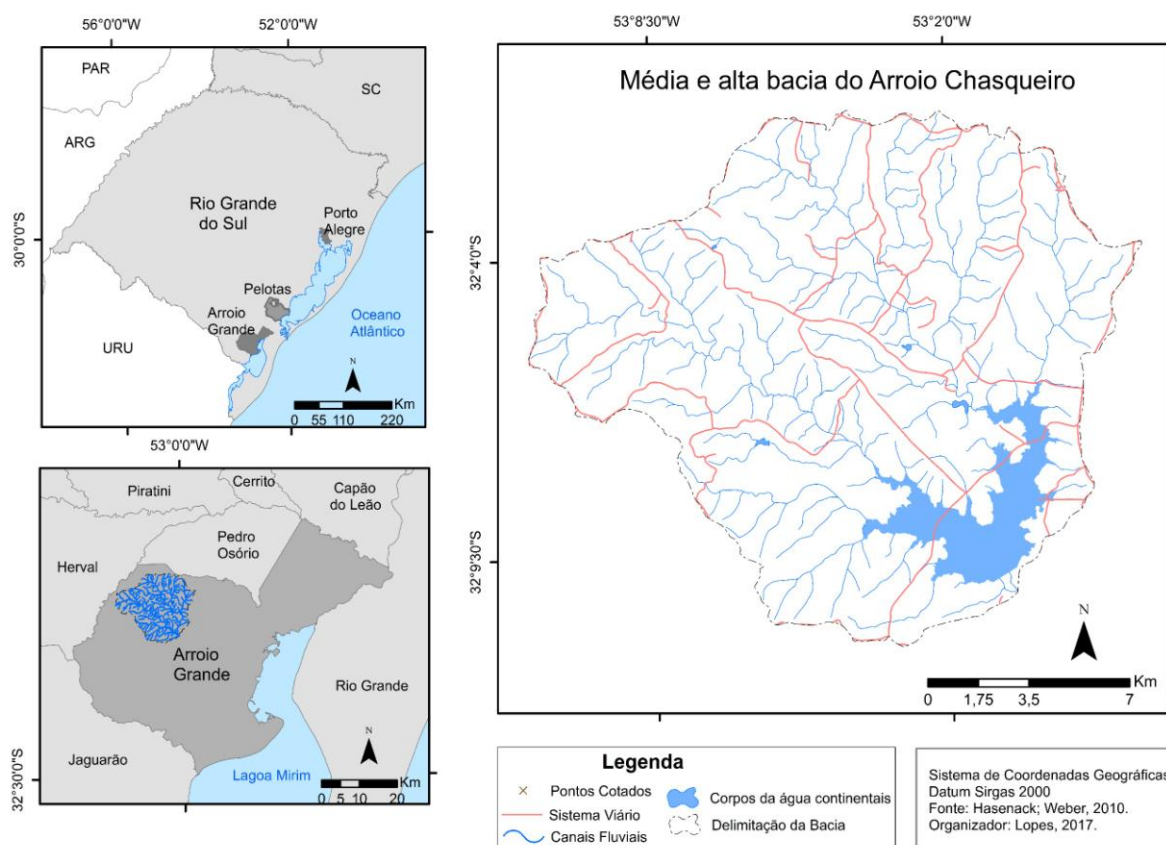
A interferência antrópica sobre as formas de relevo manifesta-se principalmente pela alteração na morfodinâmica, por meio do desequilíbrio dos processos que atuam na morfogênese (PASCHOAL *et al.*, 2012; PASCHOAL *et al.*, 2015). Os distintos usos da terra atuam diretamente nesse sentido, pois conduzem a apropriações por vezes adequadas e, em outras situações, inadequadas, diante das características do relevo em suportar alterações na cobertura vegetal original e exposições mais severas aos eventos climáticos responsáveis pelo intemperismo e, em condições ambientais úmidas, aos eventos plúvio-erosivos.

Ainda inserido no grupo dos principais elementos do sistema físico-ambiental que sofrem significativa interferência a partir da intervenção antrópica, encontra-se o ciclo hidrológico em sua fase terrestre. A utilização dos recursos hídricos em prol da manutenção dos distintos usos da terra rurais e urbano-industriais tem ocasionado interferências nos sistemas hidrográficos, mediante as alterações na rede de drenagem que modificam, barram ou extinguem cursos de água, acarretando implicações nos processos erosivos e na dinâmica fluvial (PEREZ FILHO *et al.*, 2001; URBAN, 2002; RODRIGUES, 2006; SIMON, 2008; PEREZ FILHO E QUARESMA, 2011).

De acordo com Park (1977), as transformações na dinâmica fluvial ocorrem a partir de modificações diretas e indiretas sobre a rede de drenagem. As ações diretas caracterizam-se como aquelas que ocorrem nos canais fluviais, com a efetivação de obras de engenharia que têm por objetivo aliviar os efeitos de fluxo, erosão ou deposição, ocasionando mudanças na estrutura e nos processos fluviais. Park (1977) ressalta ainda que o segundo grupo de mudanças, inserido nas ações indiretas, refere-se às alterações que ocorrem no uso da terra, como remoção da cobertura vegetal, reflorestamento, mudanças nas práticas agrícolas, construção de edificações/impermeabilização do solo e mineração. Essas transformações deflagram alterações na rede de drenagem, por meio de mudanças na direção e intensidade do escoamento superficial e subsuperficial, acelerando, retardando ou barrando os processos erosivos.

A Geografia apresenta importante contribuição nesse contexto, justamente por se preocupar com o estudo das relações do sistema físico-ambiental com o sistema socioeconômico, as quais conduzem às organizações espaciais (CHRISTOFOLLETTI, 1999). Partindo destas considerações iniciais, esta pesquisa teve como objetivo identificar e analisar as alterações morfohidrográficas na média e alta bacia do Arroio Chasqueiro, decorrentes do barramento imposto ao sistema fluvial e da dinâmica de cobertura e uso das terras.

A área em estudo se localiza no município de Arroio Grande (estado do Rio Grande do Sul, Brasil) (**Figura 1**) e possui uma área de aproximadamente 247,09 km<sup>2</sup>. Insere-se, integralmente, em área de abrangência do Domínio Morfoestrutural dos Embasamentos em Estilos Complexos, da Região Geomorfológica do Planalto Sul Rio-grandense, e abrange porções das unidades geomorfológicas Planaltos Residuais de Canguçu-Caçapava do Sul e Planalto Rebaixado Marginal (BRASIL, 1986). Predominam, nestas unidades geomorfológicas, formas do relevo dissecadas em padrões de colinas, com áreas de topos planos ou incipientemente dissecados, e altitudes em torno de 400m à superfícies amplamente dissecadas com altitudes que variam entre 100 e 200m.



**Figura 1:** Localização da área em estudo.

Na área em estudo predomina o clima subtropical úmido, enquadrando-se na classificação de Köppen como “Cfa”, (clima temperado, com chuvas bem distribuídas e com verões suaves), com média total anual das precipitações de 1.366 mm e temperatura média anual de 17,8°C. As estações do ano são bem definidas, sendo janeiro o mês mais quente, com temperatura média de 23,2 °C, e julho o mês mais frio, com temperatura média de 12,3 °C (Estação Agroclimatológica de Pelotas EMBRAPA/UFPeL, 2000). A sazonalidade das características climáticas da área em estudo também atua de forma direta na composição da cobertura vegetal, que abrange desde áreas de campos naturais (inseridos em compartimentos de topo e vertentes) até coberturas vegetais densas situadas, sobretudo, em compartimentos de fundo de vale. Ambas condições de cobertura vegetal são características das fitofisionomias inseridas no contexto do Bioma Pampa.

Os campos naturais, compostos por gramíneas de boa qualidade foram, por muitos anos, utilizados para a prática da pecuária, pois o município de Arroio Grande teve como sustentáculo inicial o gado, que, a partir de 1909 começou a perder sua hegemonia como principal produto gerador de riqueza com o surgimento das primeiras lavouras de arroz. A partir daí o arroz tomou impulso encontrando no município as condições morfopedológicas adequadas e um grande potencial hídrico. Nas décadas de 1950 e 1960, Arroio Grande chegou a ser considerado o segundo maior produtor de arroz do Rio Grande do Sul. Hoje, com a inserção de novas tecnologias, encontra-se entre os 10 maiores produtores do estado (FELIPIM, 2014). A Barragem do Chasqueiro, inserida nos limites da área em estudo, aumentou o potencial de desenvolvimento das lavouras de arroz irrigado no município, com reflexos imediatos na bacia hidrográfica em questão.

## **METODOLOGIA**

A fim de possibilitar a análise das alterações morfohidrográficas vinculadas à dinâmica de cobertura e uso das terras na média e alta bacia do Arroio Chasqueiro, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos metodológicos:

### ***Elaboração de Mapas Geomorfológicos de Detalhe dos Anos de 1947 e 2010***

A simbologia utilizada nos mapeamentos geomorfológicos baseou-se na adaptação das propostas de Tricart (1965) e Verstappen; Zuidan (1975), Cunha *et al.* (2003) e Simon (2007). Foi enfatizada a morfografia, representada por simbologia pertinente às principais formas do relevo da área em estudo. A escala adotada para a realização dos mapeamentos geomorfológicos de 1947 e 2010 foi de 1:50.000, podendo ser considerada como escala de detalhe.

Para a elaboração do mapa geomorfológico do ano de 1947, foram utilizadas 24 fotografias áreas pancromáticas de quatro faixas de voo, em escala aproximada de 1:40.000, disponíveis para consulta e obtenção na Agência da Lagoa Mirim (ALM/UFPel). As fotografias áreas foram digitalizadas e posteriormente foram organizados anaglifos tridimensionais para que se pudesse obter a visão estereoscópica em meio digital.

Os anaglifos foram preparados no *software* livre *StereoPhotoMaker*, seguindo as orientações de Souza (2012). Depois de organizados, os anaglifos foram importados para ambiente do *software ArcGIS 10.0*. Posteriormente, este material foi georreferenciado a partir de, pelo menos, quatro pontos de controle comuns entre o anaglifo e a base cartográfica. O erro médio do georrefenciamento ficou em torno de 8m.

Para o mapeamento geomorfológico da alta e média bacia do Arroio Chasqueiro do ano de 2010, foi utilizada uma imagem do sensor PRISM (*Panchromatic Remote-Sensing Instrument for Stereo Mapping*), componente do satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) do ano de 2010. O sensor PRISM opera na faixa de luz visível, com uma banda pancromática e resolução espacial de 2,5 m. Essa imagem foi obtida junto à Associação de Municípios da Zona Sul – AZONASUL. As feições foram mapeadas de acordo com os elementos interpretativos da imagem (textura, geometria, forma, rugosidade e cor) uma vez que a imagem não possui estereoscopia. A resolução espacial de 2,5 m contribuiu para a identificação satisfatória das feições geomorfológicas. Em conjunto com a imagem do sensor PRISM foi utilizado o *software Google Earth* com possibilidade de visualização em 3D para eventuais dúvidas na interpretação das feições do relevo.

### ***Elaboração de Mapas de Cobertura e Uso da Terra dos Anos de 1947 e 2010***

A definição da nomenclatura utilizada nos mapas de Cobertura e Uso da Terra seguiu as orientações do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006). A classificação de uso da terra é dividida em níveis dependendo da escala de análise, onde o Nível I é a Classe, o Nível II a Subclasse e Nível III a Unidade. Entretanto, “o sistema de classificação está aberto para a inclusão de níveis mais detalhados, ressaltando-se que, quanto maior o nível de detalhamento pretendido, maior a exigência de informação suplementar.” (IBGE, 2006, p. 37). Isto permite maior flexibilidade à identificação e ao mapeamento de usos que são peculiares aos contextos regionais.

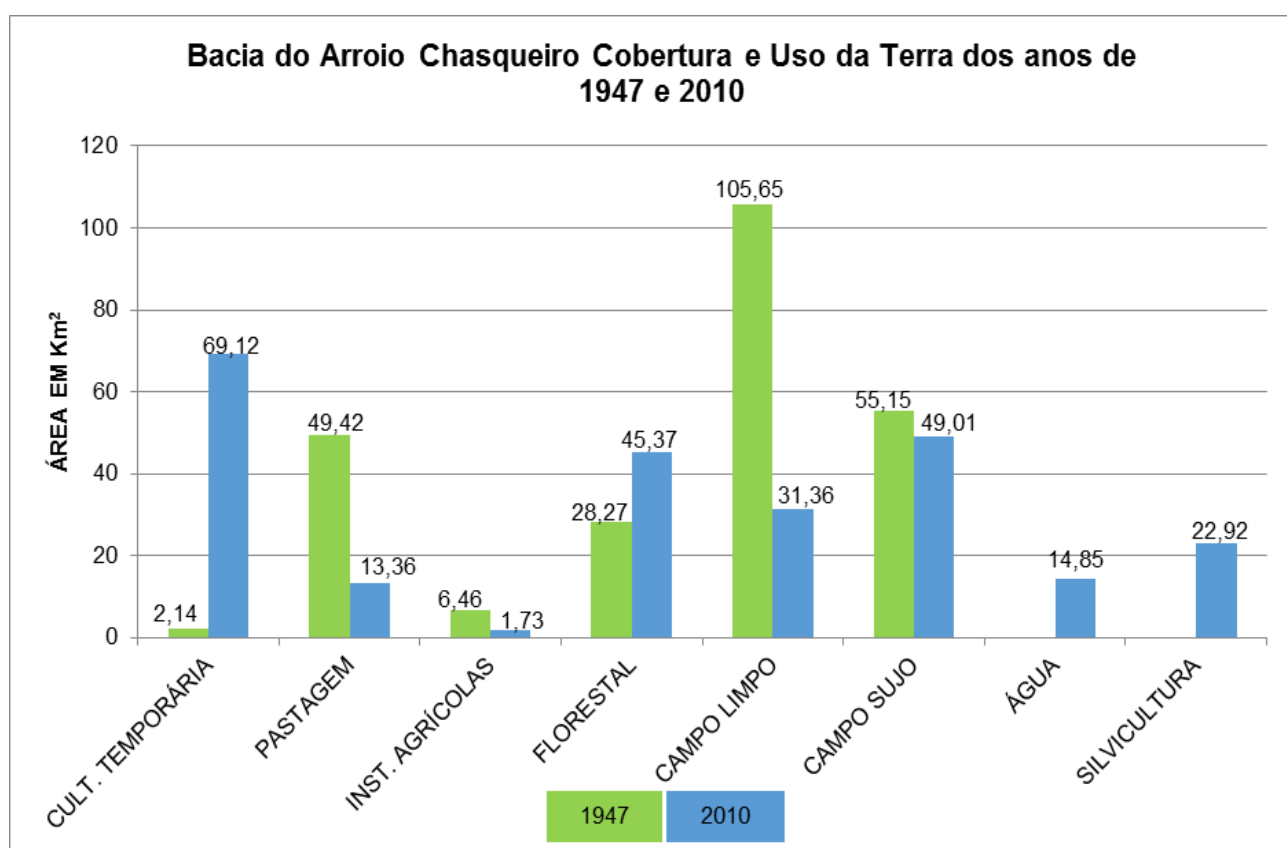
O mapa de Cobertura e Uso da Terra do ano de 1947 foi elaborado a partir dos mesmos anaglifos digitais tridimensionais gerados para a confecção do mapa geomorfológico do mesmo ano. Os polígonos que definiram os usos e as coberturas foram identificados de acordo com os elementos interpretativos das fotografias aéreas (cor, textura, forma e padrão), sendo que a vetorização/delimitação se deu de forma manual, diretamente em tela.

Para o mapeamento da cobertura e uso da terra da alta e média bacia do Arroio Chasqueiro no ano de 2010, foi utilizada a imagem do sensor PRISM (com as mesmas especificações detalhadas no procedimento de elaboração do mapa geomorfológico do ano de 2010). Os polígonos foram delimitados de acordo com a interpretação dos elementos que possibilitaram a definição das coberturas e classes de uso da terra, potencializados pela resolução da imagem (2,5 m), o que permitiu uma aproximação visual dos alvos sem que houvesse estouro de pixel, primando pela manutenção da homogeneidade com a escala de trabalho adotada.

Depois de realizados os mapeamentos, em gabinete, trabalhos de campo foram conduzidos a fim de confrontar os dados mapeados no ano de 2010 com as informações na área em estudo. Os mapas geomorfológicos e de cobertura e uso da terra subsidiaram a análise dos resultados, pois a partir deles foi possível obter informações quantitativas e qualitativas das alterações que ocorreram na média e alta bacia do Arroio Chasqueiro. Entretanto, em razão de suas dimensões, complexidade dos elementos cartografados (cores e tramas) e tamanho dos símbolos e polígonos, optou-se por não apresentar estes documentos na análise dos resultados, referindo-se somente aos dados derivados da análise destes mapas, inseridos em tabelas, gráficos e registros de campo.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

A dinâmica de cobertura e uso da terra ocorrida ao longo de 63 anos na média e alta bacia do Arroio Chasqueiro (1947 – 2010) aponta para uma significativa diminuição das coberturas naturais, com conseqüente incremento de práticas agrícolas mecanizadas, que demandaram fortes intervenções sobre o relevo e a rede de drenagem (**Figura 2**).



**Figura 2:** Dinâmica de cobertura e uso da terra na média e alta bacia do Arroio Chasqueiro identificada a partir da análise e interpretação dos mapas de 1947 e 2010.

Por estar situada em área de abrangência do Bioma Pampa, as coberturas vegetais predominantes na área em estudo correspondem às formações campestres que nos mapeamentos de cobertura e uso da terra foram classificadas como campo limpo e campo sujo. Destas coberturas, verifica-se a drástica diminuição nas áreas de campo limpo que deram espaço, sobretudo, às culturas temporárias.

Esta alteração nos padrões de cobertura e uso se associa às mudanças no ciclo econômico regional ocorridas durante o período analisado, onde a pecuária extensiva praticada nos campos limpos deu espaço à gradual introdução de gêneros agrícolas como o arroz irrigado, sobretudo a partir das décadas de 1950 e 1960. A ampliação das áreas de culturas temporárias ocorreu de forma mais concentrada na média bacia do Arroio Chasqueiro, no entorno do reservatório do Chasqueiro (**Figura 1**), em superfícies amplamente dissecadas que possibilitaram a instalação das canchas de cultivo do arroz irrigado, culturas temporária e glebas de silvicultura.

Cabe destacar que a evolução das áreas de culturas temporárias esteve também atrelada aos projetos de assentamentos rurais que ocorreram no interior da bacia do Arroio Chasqueiro a partir do ano de 1997 (OLANDA, 2008). Estas áreas de assentamento se situam, prioritariamente, na alta bacia e contribuíram para a substituição das coberturas campestres (campo limpo e campo sujo) que predominavam no ano de 1947, por culturas temporárias de gêneros alimentícios (batata, feijão, milho, trigo, mandioca, entre outros).

O reservatório Chasqueiro foi construído especificamente para disponibilizar água para as lavouras de arroz irrigado que se constituíram no interior e à montante da área em estudo e de forma generalizada no município de Arroio Grande. A oferta de água a partir deste reservatório é realizada por meio de uma vasta rede de canais retinizados que integram as canchas de cultivo e foram responsáveis por transformações na rede drenagem da área em estudo. A construção do reservatório também foi responsável pela inundação de significativas áreas de campo limpo e pastagem, contribuindo para a diminuição espacial destas duas coberturas da terra (**Figura 2**).

Ainda de acordo com a **Figura 2** é possível verificar a expansão das coberturas florestais na área em estudo. A evolução espacial das florestas ocorreu sobretudo nos compartimentos de fundo de vale da alta bacia, onde, no ano de 1947, predominavam coberturas de campo sujo, indicando etapas de sucessão ecológica típicas do Bioma Pampa, onde as coberturas florestais tendem ao desenvolvimento nos compartimentos de fundo de vale, a partir de coberturas campestres mais rústicas como o campo sujo. A evolução das coberturas florestais também está vinculada à dificuldade de mecanização das práticas agrícolas na alta bacia, onde ocorrem nichos de nascentes e concavidades de vertentes que sustentam compartimentos de fundo de vale com seção transversal em “v”, bem como afloramentos rochosos que contribuem para a manutenção das fases de sucessão ecológica das coberturas da terra.

Outros dois aspectos importantes a serem considerados na análise da dinâmica de cobertura e uso da terra da área em estudo são a redução das áreas de pastagem e a ampliação das áreas de silvicultura. As áreas de pastagem também sucumbiram, gradativamente, à redução das atividades de pecuária extensiva no município de Arroio Grande, bem como em toda a região sul do estado do Rio Grande do Sul, sendo incorporadas pelas culturas temporárias. Já as glebas de reflorestamento tiveram expressivo aumento na transição entre a média e a alta bacia, sobretudo em função de projetos de implantação de florestas exóticas para exploração da celulose, nos anos 2000.

A dinâmica de cobertura e uso da terra verificada desencadeou alterações sobre os elementos físico-ambientais da bacia do Arroio Chasqueiro. As mudanças mais evidentes ocorreram sobre as coberturas vegetais com maior expressão espacial na área em estudo (campo limpo e campo sujo), contribuindo para alterações na morfohidrografia (formas do relevo e rede de drenagem). Afim de compreender a magnitude destas alterações, as informações espaciais dos mapas geomorfológicos dos anos de 1947 e 2010 foram organizadas de forma a possibilitar uma análise comparativa destas mudanças. Na **Tabela 1** encontram-se os dados sobre as feições geomorfológicas e hidrográficas mapeadas.

De acordo com a **Tabela 1**, houve um decréscimo no número de nascentes, sendo que 128 destas foram extintas no decorrer desses 63 anos. Grande parte destas nascentes foi alagada pelo reservatório Chasqueiro, entretanto muitas nascentes e segmentos de canais fluviais (sobretudo aqueles localizados em compartimentos de fundo de vale com seção transversal plana) foram alterados por meio de aterramentos, cortes e terraplanagens efetivados para a construção de canchas de cultivo de arroz irrigado nas proximidades do reservatório.

Os canais fluviais localizados em compartimentos de fundo de vale com seção transversal em “V”, os colos erosivos e os divisores (sobretudo os divisores suaves) tiveram ampliação, indicando uma dinâmica maior dos processos erosivos que possivelmente podem ter sido desencadeados pela dinâmica de cobertura e uso da terra. Este incremento das feições citadas ocorreu sobretudo na alta bacia, onde predomina relevo colinoso dissecado e onde estão presentes as maiores declividades. Existe associação entre o aumento no número de canais fluviais localizados em compartimento de fundo de vale com seção transversal em “V” e a ampliação dos colos erosivos, pois o aumento dos colos ocorreu em áreas de divisores de água onde houve um acréscimo destes segmentos de canais em nichos de nascentes.

**Tabela 1:** Feições morfohidrográficas verificadas a partir da análise dos mapeamentos geomorfológicos de 1947 e 2010.

Feição geomorfológica	Mapeamento de 1947	Mapeamento de 2010
Nascentes	1.421	1.293
Canais fluviais em compartimentos de fundo de vale com seção transversal em “V”	663,72 Km	690,03 Km
Canais fluviais em compartimentos de fundo de vale com seção transversal plana	111,31 Km	26,27 Km
Colos erosivos	79	85
Divisores de água suaves	227,48 Km	239,21 Km
Divisores de água agudos	30,02 Km	27,33 Km
Rupturas topográficas suaves	51,38 Km	31,91 Km
Rupturas topográficas abruptas	16,41 Km	12,60 Km
Depósitos aluviais	1,05 Km <sup>2</sup>	0,99 Km <sup>2</sup>
Sulcos	-	0,8 Km
Corpos de água (reservatório)	0,95 Km <sup>2</sup>	14,85 Km <sup>2</sup>
Terraços agrícolas*	Não ocorrem	Ocorrem

\* A simbologia dos terraços agrícolas nos mapeamentos geomorfológicos sugere apenas a área de ocorrência dos mesmos e não pode ser quantificada para fins de comparação das alterações morfohidrográficas.

Outro fator importante que deve ser considerado é a alteração do nível de base local causada pela construção do Reservatório Chasqueiro. O estabelecimento de um novo nível de base pode ter desencadeado processos que atuaram nas alterações espaciais da rede de drenagem da bacia, pois a interceptação fluvial tende a alterar a capacidade de transporte, conduzindo à deposição de sedimentos e assoreamento dos fundos de vale, além de interromper a transferência no transporte de sedimentos. Por outro lado, o comportamento complexo da rede de drenagem diante deste barramento pode também estar sendo manifestado a partir da reativação de alguns segmentos de canal fluvial, sobretudo àqueles que se encontram em áreas com significativas alterações na cobertura e uso da terra e também nas áreas de nascentes em todos os setores da bacia.

As alterações nos comprimentos totais de rupturas de declive, tanto abruptas como suaves, bem como nos divisores agudos, se devem em grande parte pelas intervenções desencadeadas pela dinâmica de cobertura e uso da terra. Para que as práticas agrícolas sejam possíveis é preciso o preparo do solo para receber as mais variadas culturas, seja a partir da criação de terraços agrícolas – observados apenas no ano de 2010 – ou suavização das irregularidades do solo por meio de maquinário agrícola – o que pode ter ocasionado a redução das rupturas topográficas. Além disso, as práticas agrícolas aceleram ou desencadeiam processos erosivos, que também aparecem no ano de 2010 (caso dos sulcos erosivos e o aumento de colos erosivos) em função da retirada da cobertura original, exposição do solo aos agentes erosivos em decorrência das práticas agrícolas sazonais.

A análise comparativa das densidades de rios e densidades de drenagem obtidas a partir dos mapas geomorfológicos também possibilita uma interpretação mais apurada das alterações morfohidrográficas ocorridas na área em estudo (**Tabela 2**).

**Tabela 2:** Densidade de rios (Dr) e densidade de drenagem (Dd) da bacia do Arroio Chasqueiro verificadas a partir da análise dos mapeamentos geomorfológicos dos anos de 1947 e 2010.

Índice	Mapeamento de 1947	Mapeamento de 2010
Densidade de Rios	5,75	5,23
Densidade de Drenagem (Km/Km <sup>2</sup> )	3,13	2,89

A diminuição das densidades de rios e de drenagem pode ser explicada pelas interferências antrópicas diretas na área em estudo, vinculadas às interceptações causadas pelos reservatórios, como também pelas interferências indiretas, atreladas à dinâmica de cobertura e uso da terra, sobretudo as lavouras de arroz irrigado, que contribuem para a alteração no comprimento e direção dos canais fluviais, a fim de possibilitar a chegada de água para a totalidade das canchas de cultivo de arroz. Na área em estudo, apesar de verificado um aumento nas áreas de floresta, a remoção destas coberturas na média bacia, cedeu espaço às práticas agrícolas em pequenas e médias propriedades rurais, além da silvicultura, contribuindo para mudanças nas densidades de rios e de drenagem.

Tanto para o plantio de culturas temporárias como para a silvicultura, é necessário o preparo do solo, onde são usadas técnicas cada vez mais modernas de plantio, seja com terraços agrícolas ou aplainamento de irregularidades das superfícies, fazendo com que haja remoção da cobertura vegetal, com implicações na infiltração e no escoamento subsuperficial, que podem diminuir a recarga do lençol freático explicando a diminuição nos canais de primeira ordem e a diminuição nas densidades de rios e de drenagem verificadas. Além disso, intervenções diretas como o soterramento de canais fluviais para ampliação de lavouras de arroz irrigado, verificados em campo, contribuíram para suprimir nichos de nascentes, fato que ajuda a explicar a diminuição dos índices de densidade de rios e drenagem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os mapas de cobertura e uso da terra apontaram para mudanças significativas no período analisado, sendo que no ano de 2010 o predomínio dos usos é evidente, sobretudo das culturas temporárias, em detrimento das coberturas regionais típicas como os campos limpos e sujos. Ainda assim é importante destacar o aumento nas áreas florestais, que contribuem para a manutenção do equilíbrio dos canais fluviais.

A dinâmica de cobertura e uso da terra teve forte papel na alteração da morfohidrografia da área, pois as mudanças verificadas possuem relação direta com as intervenções na rede de drenagem e nas vertentes, efetivadas para que as práticas agrícolas pudessem ocorrer. A redução nos índices das densidades de drenagem e densidade de rios evidencia as relações destas alterações com as modificações diretas e indiretas impostas pela dinâmica de cobertura e uso da terra ao sistema morfohidrográfico.

A existência de mapeamentos intermediários poderia reforçar ainda mais a análise da dinâmica de cobertura e uso da terra, bem como das alterações morfohidrográficas evidenciadas, pois seria possível compreender a magnitude dos processos de diminuição nas densidades de drenagem e de rios que foram verificadas, uma vez que distintos ciclos socioeconômicos ocorreram ao longo do período de tempo analisado e tiveram impactos nas atividades agropastoris da área ao longo das seis décadas que separam um mapeamento do outro.

## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Programa de Integração Regional. RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais**. Folha SH. 22 Porto Alegre e parte das folhas SH. 21 Uruguaiana e SI 22 Lagoa Mirim. Rio de Janeiro, 1986. v. 33.
- CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiania: Editora da UFG, 1991. 137 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo: Edgard Bluncher, 1999. 236 p.
- CUNHA, C. M. L.; MENDES, I. A.; SANCHEZ, M. C. A cartografia do relevo: uma análise comparativa de técnicas para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2003.
- DREW, D. **Processos interativos Homem-Meio Ambiente**. São Paulo: DIFEL, 1986. 206 p.
- ESTAÇÃO AGROCLIMATOLÓGICA DE PELOTAS. **Normais Climatológicas do Município de Pelotas, 1971 – 2000 (mensais e anuais)**. Disponível em: <<http://www.ufpel.tche.br/estacaoagro/>>. Acesso em: 23 abr. 2006.
- FELIPIM, T. Análise das alterações morfohidrográficas vinculadas à construção do reservatório e da dinâmica de cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do Arroio Chasqueiro – RS. 2014, 127 p. **Dissertação** (Mestrado em Geografia). Instituto de Ciências Humanas, UFPel, Pelotas, 2014.



- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de uso da terra**. 2 ed. Brasília: IBGE, 2006. 91p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 7).
- LAMBIN, E.F. et al.. Land-Use and Land-Cover Change (LUCC): Implementation Strategy. A Core Project of the International Geosphere-Biosphere Program and the International Human Dimensions Program on Environmental Change. **IGBP Report 48, IHDP Report 10**: IGBP, Stockholm, 1999. 125 p.
- OLANDA, R. B de. Produção de sementes de trevo vesiculoso como alternativa econômica para os sistemas de produção em projeto de reforma agrária: o caso do Assentamento Novo Arroio Grande, Arroio Grande/RS. 2008, 185 p. **Dissertação** (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2008.
- PARK, C. C. Man-induced changes in stream channel capacity. In: GREGORY, K. J. **River channel changes**. Chichester: Wiley, 1977. 8, p. 121-144.
- PASCHOAL, L. G.; CONCEIÇÃO, F. T.; CUNHA, C. L. M. Alterações hidrogeomorfológicas devido à dinâmica de uso da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão Santa Gertrudes (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, suppl. 1, p. 70-83, 2012.
- PASCHOAL, L. G.; SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. Geomorfologia Antropogênica e sua inserção em pesquisas brasileiras. **Geographia Meridionalis**, v. 1, n. 1, p. 95-126, 2015.
- PEREZ FILHO, A.; SOARES, P. R. B.; ESPÍNDOLA, C. R. Processos erosivos e reativação de canais de drenagem no planalto ocidental paulista. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 9, 2001, Recife. **Anais...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2001. v. 1. p. 84-85.
- PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C. C. A ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 3, p. 83-90, 2011.
- RODRIGUES, T. R. I. Influência de reservatórios hidrelétricos na gênese e evolução da rede de drenagem no baixo curso do Rio São José dos Dourados. 2006. 244 f. **Tese** (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola/UNICAMP, Campinas, 2006.
- SIMON, A. L. H. A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS). 2007, 185 p. **Dissertação** (Mestrado em Geografia), IGCE/UNESP, Rio Claro, 2007.
- SIMON, A. L. H.; CUNHA, C. M. L. Alterações geomorfológicas derivadas da intervenção de atividades antrópicas: Análise temporal na Bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (RS). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n. 2, p. 29-38, 2008.
- SOUZA, T.A; OLIVEIRA, C.O. Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para mapeamento geomorfológico. **Revista Geonorte**, Edição Especial, V.2, N.4, p.1348 – 1355, 2012.
- TRICART, J. **Principles y Méthodes de la Geomorphologie**. Paris: Maisson, 1965. 496 p.
- TURNER II, B. L. et al. Land-Use and Land-Cover Change: Science/Research Plan. **IGBP Report n. 35/HDP Report n. 7**. Stockholm (Sweden), and Geneva (Switzerland): International Geosphere-Biosphere Programme, 1995. 132 p.
- URBAN, M. A. Conceptualizing Anthropogenic Change in Fluvial Systems: Drainage Development on the Upper Embarras River, Illinois. **The Professional Geographer**, v. 54, n. 2, p. 204-207, 2002.
- VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAN, R. A. van. **ITC System of geomorphological survey**. Manual ITC Textbook, Netherlands: Enschede, 1975, v. 1, cap. 8.