



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

COBERTURA E USO DA TERRA COMO SUBSÍDIO AO PROGRAMA DE PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM PELOTAS (RIO GRANDE DO SUL)

Rodrigo de Oliveira Siqueira ^(a), Daiana Fonseca Bierhals ^(b), Viviane Spiering ^(c),
Letícia Penno de Sousa ^(d), Ernestino de Souza Gomes Guarino ^(e), Jacira Porto dos
Santos ^(f)

^(a) Pós-Graduação em Geografia (Bolsista EMBRAPA/FAPEG), Universidade Federal de Pelotas, rodrigogeo2009@yahoo.com.br

^(b) Embrapa Clima Temperado - Pelotas, Bolsista DTI-C, CNPq, Nexo Pampa - Proc.441575/2017, daiana.fb@hotmail.com

^(c) Pós-Graduação em Geografia (bolsista EMBRAPA/FAPEG), Universidade Federal de Pelotas, spieringv9@gmail.com

^(d) Embrapa Clima Temperado - Pelotas, leticia.penno@embrapa.br

^(e) Embrapa Clima Temperado - Pelotas, ernestino.guarino@embrapa.br

^(f) Secretaria de Desenvolvimento Rural – Prefeitura Municipal de Pelotas, portojacira@gmail.com

Eixo: Dinâmica e Gestão de Bacias Hidrográficas

Resumo

Este estudo analisou as coberturas e os usos da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas de modo a subsidiar a tomada de decisões quanto à elaboração e execução de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) no município de Pelotas - Rio Grande do Sul. O mapeamento e a análise das alterações da cobertura e do uso da terra foram elaborados a partir de bases cartográficas do período entre 1953 - 2018. Como resultado, verificou-se que as maiores alterações ocorridas nas classes de cobertura e uso da terra, dizem respeito a áreas de silvicultura, com significativa redução, e cobertura florestal, com aumento expressivo em relação a área coberta no cenário de 1953. Estes resultados puderam ser observados também em campo durante visitas às pequenas propriedades rurais do projeto-piloto do PSA.

Palavras chave: Bacia hidrográfica, Arroio Epaminondas, Barragem Santa Bárbara, Segurança hídrica, SIG



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

A demanda mundial por água tem aumentado a uma taxa de aproximadamente 1% por ano, sendo que, a tendência é o aumento do consumo, de forma significativa, nas próximas duas décadas; permanecendo o setor agrícola, em termos gerais, o maior consumidor (UNESCO, 2018).

Entre as fontes do problema, Tucci; Chagas (2017) ressaltam que, além do aumento da demanda pelos recursos hídricos, estão o uso do solo, na maioria das vezes inadequado, e o lançamento de poluentes no sistema hídrico. Destacando, que estes processos são mais graves nos países pobres e em desenvolvimento, que tendem a priorizar a melhoria das condições econômicas em detrimento dos impactos gerados sobre o ambiente. Os autores concluem que este tipo de prática reduz a capacidade de suporte do ambiente, aumentando, assim, a vulnerabilidade deste e da própria sociedade, fazendo com que a escassez de água esteja ligada mais à falta de qualidade do que, de quantidade deste recurso.

Com o pensamento voltado à segurança hídrica, definida pela ONU (2013), de uma forma geral, como sendo o “acesso sustentável à água de qualidade, necessária aos meios de subsistência, ao bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, garantindo a proteção contra a poluição da água e a desastres relacionados à água”, têm sido criadas políticas públicas com o intuito de buscar formas de solucionar ou mitigar estes impactos.

Uma estratégia inovadora, que começa a ser utilizada para garantir a segurança hídrica, é a política de Pagamento por Serviços Ambientais – PSA. Iniciativa que surge como um mecanismo de estímulo à conservação dos recursos naturais, por meio de compensações que podem ser financeiras e não financeiras (SHULER, 2017), onde é instituída uma “transação voluntária em que um serviço ambiental¹ bem definido, ou um uso do solo

¹ Serviço tanto “proporcionados ao ser humano por ecossistemas naturais (os serviços ecossistêmicos), quanto os providos por ecossistemas manejados ativamente pelo homem” (GUEDES; SEEHUSEN, 2011).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

propício para proteger esse serviço, está sendo adquirido, por no mínimo um comprador, de no mínimo, um provedor, que assegure o fornecimento do serviço ambiental” (WUNDER, 2005).

No município de Pelotas, em outubro de 2017, várias instituições públicas² formaram uma parceria na forma de um Grupo de Trabalho, com o intuito de implantar um programa de PSA no município. Inicialmente, ele foi planejado como um projeto-piloto que atenderá 12 pequenas propriedades rurais de produção agrícola familiar, localizadas na sub-bacia hidrográfica denominada Epaminondas (Figura 1), que compõe a bacia hidrográfica Santa Bárbara, uma das sete que constituem a hidrografia do município. As propriedades que foram escolhidas são atravessadas pelo curso d’água principal da sub-bacia, o arroio Epaminondas, ou por afluentes deste. Posteriormente, o projeto visa abranger a demanda das demais áreas rurais do município.

De forma geral, as metodologias para quantificar os serviços ambientais se restringem à remuneração baseada na conversão de áreas produtivas em áreas preservadas, normalmente áreas de vegetação ao entorno de corpos hídricos. Para o projeto-piloto, foi adotada uma metodologia mais ampla, que valoriza as demais práticas das propriedades rurais, levando em conta as alterações ocorridas no ambiente e também as práticas cotidianas executadas pelos produtores rurais – provedores dos serviços ambientais – ambos ligados diretamente com as formas de uso do solo. Incentiva-se, assim, a adoção da “agricultura de conservação”, que visa uma melhor gestão do solo, da água e da vegetação, através de

² Instituições compreendendo a Prefeitura de Pelotas (secretarias de Desenvolvimento Rural e de Qualidade Ambiental), SANEP - Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas, SEMA/RS DHR - Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura RS por meio do Departamento de Recursos Hídricos, FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental, Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) Clima Temperado, CAPA - Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia, EMATER/RS - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural, UFPel – Universidade Federal de Pelotas (Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel) e o Comitê de Bacia Mirim – São Gonçalo.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

“práticas destinadas a minimizar os impactos no solo, manter a cobertura vegetal e regularizar a rotação de colheitas” (UNESCO, 2018).

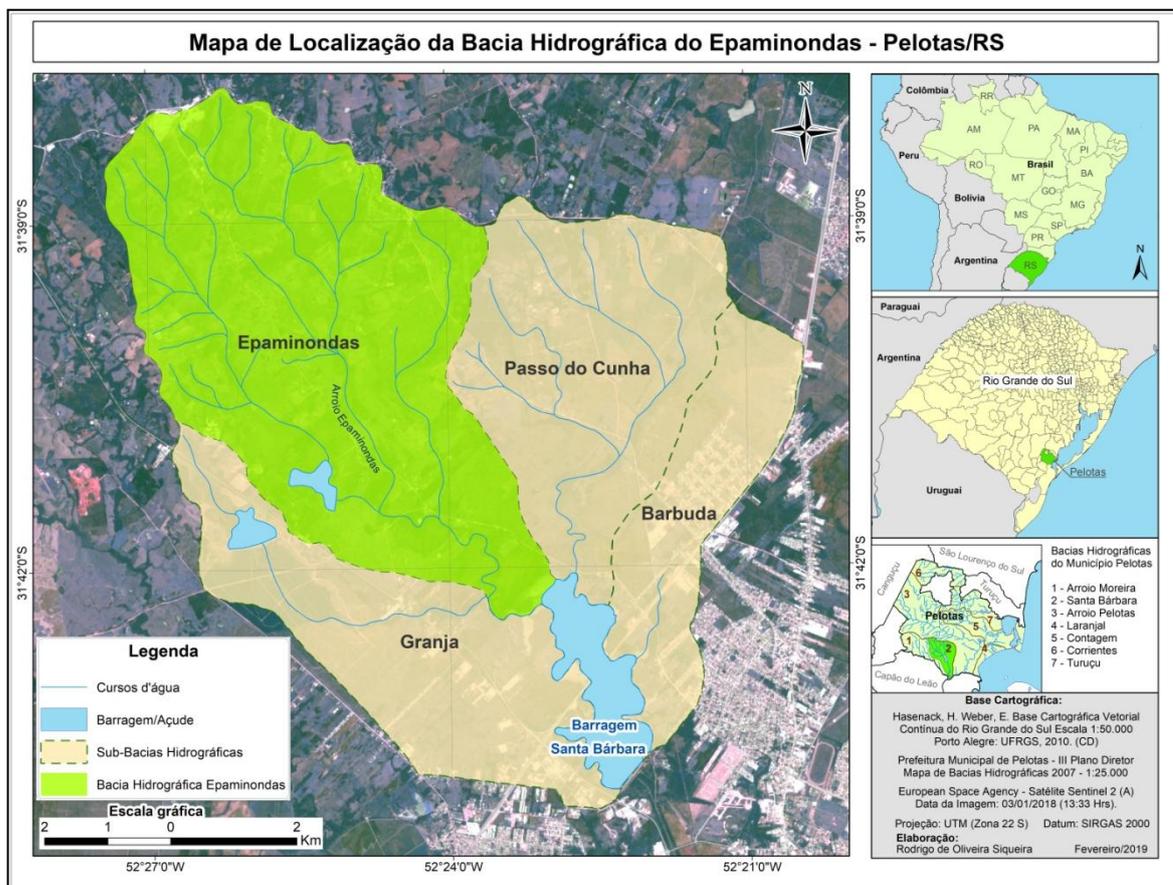


Figura 1 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Epaminondas. Fonte: Adaptado de Santos, 2003. Organizado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira.

A análise da cobertura e uso da terra tem como uma das funções proporcionar a interpretação do panorama ambiental da área em questão, auxiliando na identificação de áreas com maiores fragilidades/degradações ambientais e de áreas mais conservadas. Também possibilita verificar alterações de uso e cobertura, que podem ter relação com os diferentes ciclos econômicos e evidenciar as zonas de expansão urbana na cidade (SIMON, 2007).

Partindo destas considerações, o presente estudo tem como objetivo analisar as coberturas e os usos da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas, de modo a subsidiar a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

tomada de decisões quanto à elaboração e execução de um programa de PSA no município de Pelotas – Rio Grande do Sul.

2. Materiais e Métodos

Foi utilizado um conjunto de procedimentos e técnicas cartográficas que possibilitaram a identificação, mapeamento e a análise das alterações da cobertura e do uso da terra ocorridas na área de estudo, em quatro cenários no período de 1953 - 2018. Inicialmente foi necessária a obtenção, organização e o preparo de bases cartográficas. A base constitui-se em um conjunto de informações que possibilitam a elaboração de produtos cartográficos sobre algum tema, sendo os mapas os produtos mais comuns. Para elaboração dos mapas deste estudo, foram utilizadas as seguintes bases:

- (1) Limite da bacia hidrográfica do Epaminondas: Departamento de Engenharia Rural - Universidade Federal de Pelotas (SANTOS, 2003);
- (2) Limites Municipais: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015);
- (3) Fotografias Aéreas [Ano 1953] Faixas de vôo 435 A e 435 B. Escala 1:25.000 Fotografias aéreas da SUDESUL³ – Projeto do Grupo de Planejamento da Baixada Sul Riograndense;
- (4) Fotografias Aéreas [Ano 1995] Faixas de vôo 6 e 7. Escala 1:20.000 Levantamento Aerofotogramétrico de Pelotas - Prefeitura Municipal;
- (5) Fotografias Aéreas [Ano 2004] Fotoíndice 12 – Faixas de vôo 53 e 54 – Escala 1:25.000. Projeto V.C.P. - Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda⁴;
- (6) Imagens European Space Agency - ESA. Satélite Sentinel 2 (A). Data da Imagem: 03/01/2018 (13:33 Hrs). Escala estimada de precisão 1:25.000.

³ SUDESUL: a Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul, coordenou e executou projetos de pesquisa na região Sul do Brasil, foi extinta, por decreto presidencial, em outubro de 1990.

⁴ Aeroconsult Aerolevantamentos e Consultoria Ltda: foi uma empresa especializada na área de mapeamentos e consultoria, funcionando com essa razão social de 1996 até 2012. Localizava-se na rua Pastor Willian R.S.F., Bairro Itacorubi, Florianópolis/SC.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A identificação das classes de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas foi realizada a partir do segundo nível de mapeamento (subclasses), proposto pelo IBGE (2013). Em cada classe atribuiu-se uma cor específica previamente selecionada conforme quadro 1. De acordo com as características locais da bacia hidrográfica em questão, foram agrupadas as subclasses: a) Lavoura Temporária e b) Lavoura Permanente, na subclasse denominada: Cultivos Agrícolas, para os mapas de uso e cobertura da terra.

Quadro 1. Chave de Classificação Utilizada para os Mapeamentos de Cobertura e Usos da Terra.

Classes de Cobertura e Uso da Terra - IBGE (2013)			
Classes e Subclasses		Características Locais	RGB
Áreas Antrópicas Não Agrícolas	Mineração	Áreas de exploração ou extração de recursos naturais (substâncias minerais) não renováveis encontrados em estruturas geológicas	R: 173 G: 137 B: 205
	Áreas Urbanizadas	Áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário onde predominam superfícies artificiais não agrícolas.	R: 255 G: 168 B: 192
Áreas Antrópicas Agrícolas	Cultivos Agrícolas	Áreas de cultivo temporário com importância econômica regional (arroz irrigado e pêssego) ou culturas locais de curta ou média duração (menos que um ano) que após este período sedem o espaço para outro cultivo.	R: 255 G: 255 B: 0
	Pastagem	Áreas utilizadas para o pastoreio animal onde se aplica o manejo de espécies vegetais exóticas.	R: 205 G: 137 B: 0
	Silvicultura	Áreas de cultivo de florestas exóticas como eucalipto e acácia-negra.	R: 205 G: 173 B: 0
Áreas de Vegetação Nativa	Florestal	Áreas de matas nativas – geralmente encontradas nas margens de curso de água.	R: 115 G: 168 B: 0
	Campestre	Formações campestres, com plantas herbáceas e arbustivas, localizadas em áreas úmidas (banhados).	R: 214 G: 255 B: 168
Águas	Águas Continentais (Corpos d'água)	Áreas com acúmulo considerável de água, decorrentes da interferência antrópica ou natural. Ocorrem em forma de barragens e açudes, nos principais cursos d'água.	R: 153 G: 194 B: 230

Fonte: adaptado de IBGE 2013. Organizado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira e Viviane Spiering.

No *software* ArcGis 10.1 criou-se um banco de dados e projetos cartográficos, tendo como referência o sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM) zona 22S e Datum Sirgas 2000. O processo de classificação dos dados matriciais ocorreu a partir da



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

vetorização manual⁵ das áreas com características similares (tonalidade, textura, rugosidade, padrão e forma), conforme chave de classificação previamente definida no quadro 1. Com isso, foram elaborados mapas de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas para quatro cenários: 1953, 1995, 2004 e 2018.

Para validar os dados obtidos a partir dos mapeamentos de cobertura e uso da terra, foram realizados estudos de campo de modo a confrontar as informações obtidas no mapa com a realidade observada. Para isto, tiveram-se como base, as 12 propriedades selecionadas para o projeto-piloto do PSA de Pelotas.

3. Resultados e Discussões

A partir dos mapeamentos realizados (Figura 2) nos 33,2 km² da bacia hidrográfica do Epaminondas, foi possível identificar uma série de alterações na cobertura e uso da terra no período analisado.

De forma geral, se sobressai o fato de que este é um sistema intensamente antropizado seja por conta de atividades antrópicas agrícolas (cultivos agrícolas, pastagens e silvicultura) como também em função de atividades não agrícolas (mineração e áreas urbanizadas). A partir dos valores expressos na tabela 1, cultivos agrícolas, pastagens e áreas urbanizadas aumentaram significativamente neste período. Cultivos agrícolas, em 1953 somavam 6,9 km² passando para a casa dos 8 km² de extensão já no cenário de 1995, permanecendo assim até 2018. Pastagens aumentaram em mais de 2 km² quando considerado o cenário de 1953. Já a área urbanizada que correspondia somente a 0,1 km² em 1953 passou para 1,5 km² em 2018, sendo possível observar a expansão destas sobre áreas que inicialmente eram ocupadas por atividades de mineração (Figura 2).

⁵ A vetorização manual consiste na definição de pontos ou sequências destes para construir entidades tipo ponto, linha ou polígonos, através da sistemática do operador que deve apontar as posições em que devem ser registradas as coordenadas pertinentes àquelas entidades. A qualidade final depende basicamente da habilidade do operador. CÂMARA (2004).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

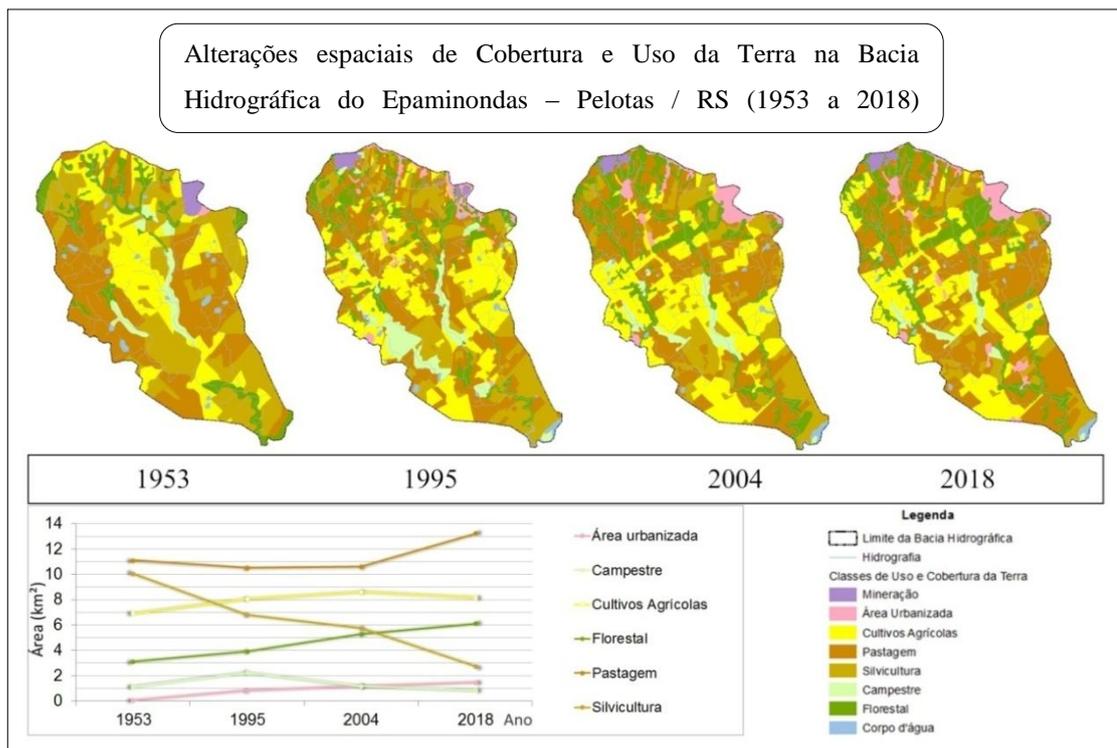


Figura 2 - Alterações espaciais de Cobertura e Uso da Terra na Bacia Hidrográfica do Epaminondas, Pelotas-RS (1953 a 2018). As classes "Corpos d'água" e "Mineração" não foram incluídas no gráfico por não possuírem alterações significativas. Organizado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira.

Por sua vez, áreas de mineração, mesmo que tenham diminuído em extensão – de 0,4 km² para 0,3 km² (Tabela 1), – mostram-se como agravante das condições de antropização da bacia, tendo em vista que, verificou-se no cenário de 1995 (Figura 2), a abertura de uma nova área de extração ao norte da bacia, fato que demanda atenção principalmente por esta ser uma área de nascentes.

Em todos os cenários avaliados verificou-se a predominância de áreas ocupadas por pastagens. Em 1953, 1995 e 2004 estas áreas, de acordo com a tabela 1, apresentaram pouca variação, sendo uma redução inferior a 1 km². Em 2018, estas áreas aumentaram em mais de 2 km² em relação aos cenários anteriores. A partir dos mapas expostos na figura 2, este panorama é reflexo da conversão de áreas de silvicultura, que em 2018 encontram-se restritas



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

a alguns fragmentos isolados no interior da bacia, ao passo que nos cenários anteriores estas áreas eram representadas por significativas extensões, principalmente ao sul da bacia.

Tabela 1 – Quantificação das áreas de cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do Epaminondas.

Usos Antrópicos na Bacia Hidrográfica do Epaminondas (área em km ²)								
		Mineração	Área Urbanizada	Cultivos agrícolas	Pastagem	Silvicultura	Total	
Cenário	1953	0,4	0,1	6,9	11,1	10,1	28,6	86%
	1995	0,4	0,8	8,1	10,5	6,8	26,6	80%
	2004	0,3	1,2	8,6	10,6	5,8	26,5	79%
	2018	0,3	1,5	8,2	13,3	2,7	26	78%
Coberturas da terra na Bacia Hidrográfica do Epaminondas (área em km ²)								
		Campestre	Florestal	Corpos d' água	Total			
Cenário	1953	1,1	3,1	0,4	4,6	13%		
	1995	2,2	3,9	0,5	6,6	19%		
	2004	1,2	5,3	0,3	6,8	20%		
	2018	0,9	6,1	0,3	7,3	21%		

Fonte: mapeamentos de cobertura e uso da terra. Organizado por: Viviane Spiering.

Dentre todas as classes de cobertura e uso da terra, as maiores alterações observadas dizem respeito a áreas de silvicultura e cobertura florestal (Figura 3). Entretanto ao passo que a classe de silvicultura destaca-se pela significativa redução de área, a classe de cobertura florestal demonstra aumento expressivo em relação à área coberta no período de 1953.

Em 1953, com base na figura 3, existiam extensas áreas de silvicultura distribuídas quase que de maneira uniforme por toda a bacia hidrográfica. Juntas, estas áreas, de acordo com a tabela 1, somavam 10,1 km², sendo a segunda dentre as classes de maior representatividade. No decorrer do período analisado observou-se gradativa diminuição destas áreas ao passo que, em 2018, estas aparecem reduzidas a 2,7 km², o que significa uma redução em mais de 2/3 com relação à área original (1953).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

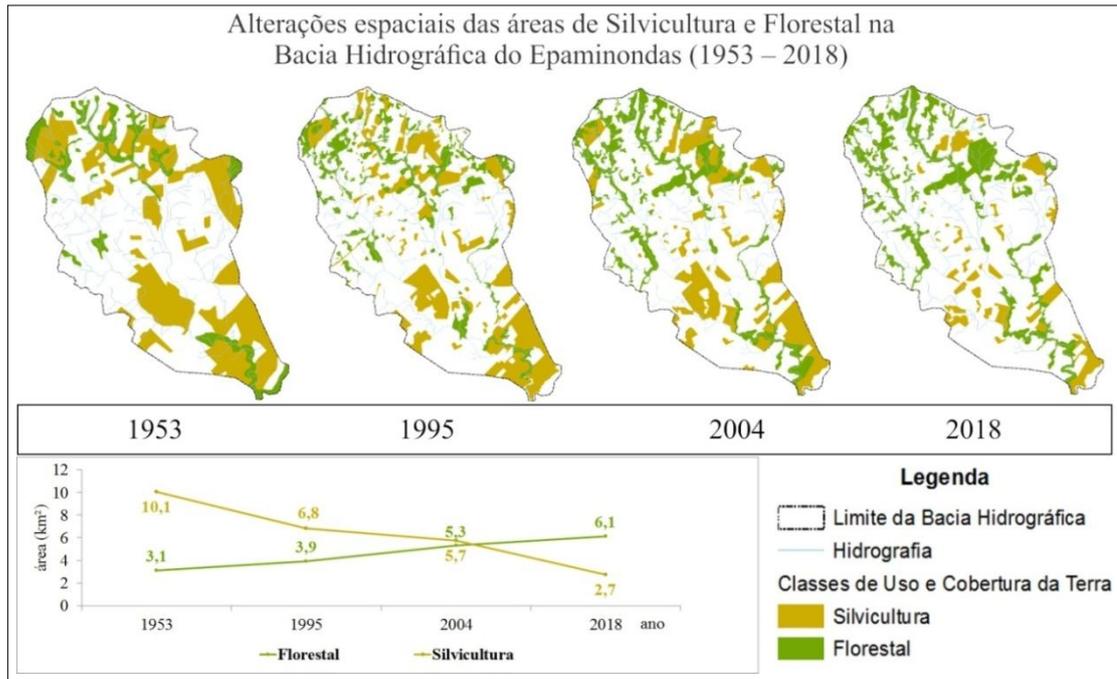


Figura 3 – Classes com as maiores alterações observadas. Organizado por: Rodrigo de Oliveira Siqueira

Assim, as áreas de silvicultura na bacia hidrográfica do Epaminondas, atualmente são restritas a pequenos talhões mais expressivos na metade leste. Em campo foi possível visualizar algumas destas áreas (Figura 4a).

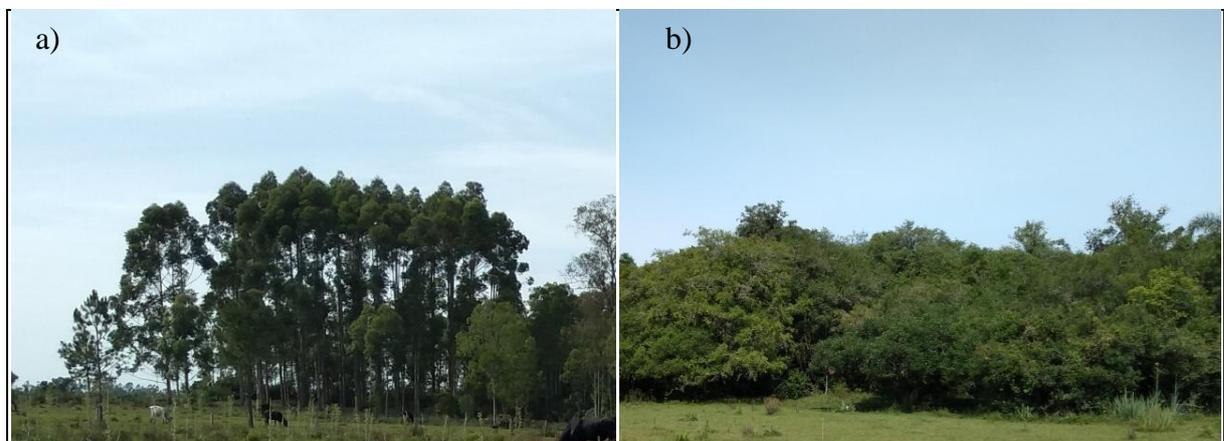


Figura 4 – a) área de silvicultura na bacia hidrográfica do Epaminondas; b) área de cobertura florestal – Vegetação ciliar no Arroio Epaminondas. Fonte: Daiana Fonseca Bierhals.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

De outro lado, o aumento das áreas de cobertura florestal é um destaque positivo que pode ser associado ao abandono das áreas antrópicas como também à aplicação da legislação ambiental (Código Florestal). De acordo com as informações da figura 3, em 1953 estas áreas representavam 3,1 km², distribuídos entre uma pequena quantidade de fragmentos que se concentravam na metade norte da bacia. No decorrer do período analisado, observou-se o crescimento gradual destas áreas, ao ponto de que em 2018 estas duplicaram em extensão chegando a 6,1 km² distribuídos entre inúmeros fragmentos, que em grande parte acompanham o curso principal do arroio Epaminondas (Figuras 3 e 4b).

4. Considerações Finais

Nas visitas às pequenas propriedades rurais selecionadas para o projeto-piloto de PSA, puderam ser observadas características variadas no uso da terra, com reconhecidos impactos no ambiente. Também, sendo encontradas situações em que as áreas de preservação permanentes dos cursos d'água e nascentes, estavam bem conservadas e, outras, com déficits de vegetação.

Almeja-se que este estudo possa auxiliar nas propostas e elaboração e execução do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais para o município de Pelotas. Apontando as necessidades de intervenção do projeto junto às propriedades rurais. E indicando as melhores práticas agrícolas e a serem desenvolvidas em cada situação. Sempre levando-se em consideração a necessidade dos agricultores familiares em manterem a sua subsistência, respeitando a legislação ambiental e a capacidade de suporte do ambiente.

5. Agradecimentos

A Fundação de Apoio a Pesquisa e Desenvolvimento Agropecuário Edmundo Gastal (FAPEG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsas de estudo e pesquisa; e, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa – Clima Temperado) pela oportunidade e logística na realização deste estudo.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

6. Referências Bibliográficas

CÂMARA, Gilberto et. al. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos, INPE, 2004.

GUEDES, Fátima Becker; SEEHUSEN, Susan Edda. Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. **Brasília: MMA**, v. 272, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3ª ed. Brasília: IBGE, 2013 (Manuais técnicos em geociências, nº 7).

ONU - Organização das Nações Unidas. **UN-WATER. Water Security & the Global Water Agenda**. Water Analytical Brief, 2013. Disponível em: <<http://www.unwater.org/publications/un-water-analytical-brief-water-security-global-water-agenda-4-page-summary-decision-makers/>>. Acesso em: 29 jan. 2019.

SANTOS, F. et al. Bacia hidrográfica do arroio Santa Bárbara, Pelotas, RS. Comunicação pessoal. **Curso de gerenciamento costeiro integrado**. FURG. Rio Grande RS, 2003.

SHULER, A.E. et al. Serviços ambientais hídricos. In: **Introdução Manual para Pagamento por Serviços Ambientais Hídricos: seleção de áreas e monitoramento**. Embrapa. Brasília, DF. 2017.

SIMON, Adriano Luís Heck. A dinâmica do uso da terra e sua interferência na morfohidrografia da Bacia do Arroio Santa Bárbara - Pelotas (RS). 2007. 185 f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2007. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/95602>>.

TUCCI, C.; CHAGAS, M.F., **Segurança hídrica: conceitos e estratégia para Minas Gerais**. REGA, Porto Alegre, v. 14 e12, 2017. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/198/802534ee73e9bcb48c662546a9f2f9e3_fbb8585ef27dacdc1075b1e435cb19e3.pdf> Acesso em: 27 jan. 2019.

UNESCO - United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para a gestão da água, resumo executivo**. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594_por> Acesso em: 27 jan. 2019.

WUNDER, S. **Payment for environmental services: some nuts and bolts**. 2005. CIFOR Occasional Paper No. 42.