

## Mudanças no uso e cobertura da terra e sua relação com variáveis limnológicas em microbacias no rio Itu –RS

Greice Vieira Silveira<sup>1</sup>  
Waterloo Pereira Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)  
Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia  
Av. Bento Gonçalves, 9500 – Campus do Vale, CEP: 91501-970 - Porto Alegre – RS, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Centro de Ciências Naturais e Exatas - CCNE / Departamento de Geociências  
Prédio 17 – CEP: 97105-970 - Santa Maria - RS, Brasil  
{greice.v.silveira, waterloopf}@gmail.com

**Abstract:** The land use can be understood as a way through which the geographical area is being occupied by humanity and the consequences it causes. Therefore, the goal of this study is to analyse modifications in land use and cover and its connection to limnological variables in the Itu River – RS watersheds. The studied period comprehends the years between 1991 and 2010, and images taken by the Landsat TM satellite in the month of January have been selected in order to create maps of land use and, then, develop the map of modifications in land use and cover through the tool Análise – Legal (Spatial Language for Algebraic Geoprocessing) of the software SPRING. The fieldwork was conducted in July 2013 in five sample locations, where each of them represents one watershed. The analysed water variables were temperature, pH, electrical conductivity, turbidity and total of suspended solids. The class of exposed soil is a distinction due to its considerable increase in every location studied. The presence and or absence of riparian forest surrounding the watercourses may be influencing the temperature changes, the total of suspended solids and the turbidity. The data from agriculture and cattle raising production confirm the modifications that have been occurring in land use and cover, since they are related to the alterations in the economic production from the region. These changes end up being reflected in the limnological variables, especially in the total of suspended soils.

**Palavras-chave:** remote sensing, limnology, watershed, image classification, agriculture and cattle raising production, sensoriamento remoto, limnologia, bacia hidrográfica, classificação de imagens, produção agropecuária.

### 1. Introdução

A classificação de imagens é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos e são utilizados em Sensoriamento Remoto para mapear áreas da superfície terrestre que correspondem aos temas de interesse (INPE, 2013). A classificação por Máxima Verossimilhança (MaxVer) é uma das técnicas de classificação supervisionada mais utilizadas de dados de sensoriamento remoto. Este classificador é supervisionado porque avalia a probabilidade a posteriori de um determinado pixel da imagem pertencer a uma das classes de estudo, atribuindo ao pixel a classe à qual ele tem a maior probabilidade de pertencer.

O monitoramento do uso e cobertura da terra é primordial para a compreensão dos padrões de organização do espaço, uma vez que suas tendências possam ser analisadas. Este monitoramento consiste em procurar saber de que forma o homem vem utilizando ou quando não utilizado, a caracterização de tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações. Desta forma o termo uso da terra pode ser entendido como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem (Rosa, 2007).

As bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas desenvolvidas, pois as mudanças significativas em qualquer dessas unidades podem gerar alterações, efeitos e/ou impactos à jusante e nos fluxos energéticos de saída (Strassburger, 2005). As alterações podem ter causas naturais, contudo modificações

podem ser agravadas pelas atividades antrópicas decorrentes do uso e ocupação do solo, podendo-se citar mudança do regime hídrico, desmatamento, mineração, práticas agrícolas, urbanização, entre outras (Guerra e Cunha, 2004; Medeiros et al., 2009).

Segundo Suertegaray (2001) no estado do Rio Grande do Sul a modernização trouxe graves consequências em termos de degradação ambiental, sendo que a introdução do cultivo da soja e o pisoteio do gado são os principais responsáveis pela intensificação dos processos erosivos do solo. Na região sudoeste do RS o processo de arenização vem ocorrendo ao longo de milhares de anos devido à fragilidade natural do ecossistema, associada à erosão eólica e intensificada pelas práticas inadequadas de manejo do solo. O objetivo deste trabalho é analisar as mudanças no uso e cobertura da terra e sua relação com as variáveis limnológicas em microbacias hidrográficas no rio Itu – RS. A bacia hidrográfica do rio Itu está localizada no setor oeste do Estado do Rio Grande do Sul, que sofre com os processos erosivos decorrentes dos areais.

## 2. Metodologia

A realização do trabalho compreendeu a elaboração da base cartográfica realizando-se o georreferenciamento e o mosaico de imagens a partir de onze cartas topográficas, Santiago, Unistalda, Nova Esperança, Vila Kramer, Cândida Vargas, Passo do Goulart, Caraguataí, Três Bocas, Arroio Piraju, Bororé e Chalé na escala 1:50.000, elaboradas pela Diretoria de Serviços Geográficos (DSG) de 1979, utilizando o software Spring versão 4.3.3. A delimitação de cada microbacia (Mb) foi conforme a drenagem de cada ponto amostral, sendo que em duas Mbs existe acumulação de áreas pela influência da rede de drenagem (Figura 1).

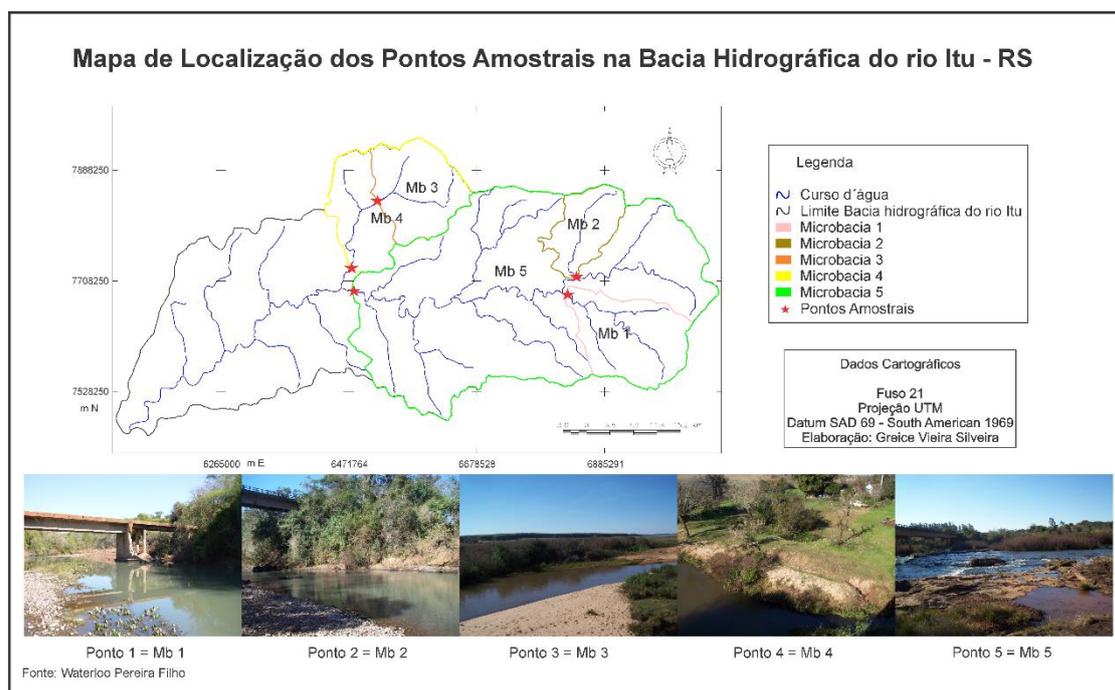


Figura 1. Localização dos pontos amostrais e suas respectivas microbacias

As imagens de satélite LandSat 5/TM de 23/01/1991 e 15/01/2010, órbita/ponto 224/80, utilizadas no trabalho foram selecionadas em função da cobertura de nuvens e da disponibilidade no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Optou-se por imagens do mês de janeiro, pois nesta época do ano a colheita já foi realizada e o dossel das plantas já está em crescimento.

Foram definidas cinco classes de interesse para o trabalho, sendo estas: Florestas: correspondem as florestas nativas e áreas de florestamento; Campos: correspondem às áreas de vegetação rasteira, pastagem e campo sujo; Agricultura: destinada a todas as áreas agrícolas,

permanentes ou cíclicas; Solo Exposto: compreende as áreas sem cobertura vegetal, solos preparados para o plantio e ou após a colheita; Água: referentes a rios, açudes e banhados.

Para a elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra, primeiramente foi realizado o registro das imagens TM/LandSat 5. Após o registro das imagens, estas foram importadas e associadas às bandas RGB543, respectivamente, sendo que foi realizada a ampliação linear de contraste para melhorar a qualidade visual da imagem. A classificação das imagens foi feita de forma supervisionada por pixel considerando-se as classes: floresta, solo exposto, campo, agricultura e água.

O mapa de mudanças no uso e cobertura da terra foi elaborado a partir do cruzamento dos dados dos mapas de uso e cobertura da terra dos anos de 1991 e 2010, que permitiu visualizar e quantificar a evolução de cada classe de uso nos períodos estudados. Esse mapa foi elaborado através da ferramenta Análise – Legal (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico), com o cruzamento dos mapas de uso da terra entre duas das datas analisadas nesta pesquisa (1991 e 2010).

A medição da condutividade elétrica, turbidez e pH foram realizadas em campo com o aparelho Horiba, o qual acopla diferentes sensores de medição de variáveis limnológicas. A temperatura foi coletada em campo com termômetro digital. Para os totais de sólidos em suspensão (TSS) foram coletadas amostras de água para posterior determinação dos valores referentes a estas variáveis em laboratório. De acordo com a Equação 1 foi determinado o TSS na unidade mg/L para cada amostra:

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{Pf (mg) - Pi (mg)}{V (L)} \quad (1)$$

Em que: TSS=Total de Sólidos em Suspensão,

Pf=Peso final do filtro,

Pi=Peso inicial do filtro,

V=Volume da amostra

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Mudanças no uso e cobertura da terra

A Tabela 1 sintetiza os dados referente as mudanças ocorridas no uso da terra de 1991 a 2010, isoladamente para cada microbacia. Com relação a classe floresta, as áreas que permaneceram e passaram a ser desse uso da terra, em especial destaca-se as microbacias 1, 2 e 5 com percentuais mais elevados. Sendo que a Mb 1 compreende 10,18% da área total, é observado (Figura 2a), que as áreas que permanecem como floresta são as que acompanham o traçado da drenagem. Outro dado importante é que na Mb1 9,83% da área é da classe agricultura que passou a ser floresta, essa classe acompanha as áreas de floresta, pois ambas estão situadas próximas, localizadas em pequenas áreas distribuídas em diversos setores.

A Mb 2 também apresenta um valor expressivo quando comparada as demais Mbs, com 7,94% da área total da classe agricultura que passou a floresta, acompanhando também o perfil do curso d'água. Os menores valores encontrados para a classe que permaneceu floresta são nas Mbs 3 e 4, principalmente na Mb 4 com 3,33%, localizadas nos setores norte e leste e em pequenas áreas no sul (Figura 2d). O valor mais expressivo da classe floresta que passou a solo exposto ocorreu na Mb3 com 2,75%. A mudança no uso e cobertura floresta para solo exposto foi a mais alta em todas as microbacias quando comparada aos demais usos que eram floresta em 1991. A classe do uso e cobertura campo que permanece em 2010 é mais elevada nas microbacias 1, 2, ambas com mais de 9% e estão bem distribuídas em todos os setores. A Mb 3 apresenta o menor valor com 4,57% da área, com pequenas parcelas no setor sul, nordeste e noroeste (Figura 2c). A Mb 1 apresentou o percentual mais alto com 9,96% no uso campo que passou a solo exposto, embora de uma forma geral isso tenha ocorrido em todas as microbacias.

Tabela 1. Síntese das mudanças no uso e cobertura da terra

Classes	Área (ha)	%
Floresta 1991 - Floresta 2010	14.643,81	5,22
Floresta 1991 - Campo 2010	376,56	0,13
Floresta 1991 - Solo Exposto 2010	3.815,01	1,36
Floresta 1991 - Agricultura 2010	1.131,57	0,40
Floresta 1991 - Água 2010	13,05	0,00
Campo 1991 - Floresta 2010	186,21	0,07
Campo 1991 - Campo 2010	21.942,63	7,82
Campo 1991 - Solo Exposto 2010	23.137,74	8,25
Campo 1991 - Agricultura 2010	1.779,66	0,63
Campo 1991 - Água 2010	13,95	0,00
Solo Exposto 1991 - Floresta 2010	893,07	0,32
Solo Exposto 1991 - Campo 2010	21.740,13	7,75
Solo Exposto 1991 - Solo Exposto 2010	60.456,15	21,55
Solo Exposto 1991 - Agricultura 2010	4.328,91	1,54
Solo Exposto 1991 - Água 2010	51,39	0,02
Agricultura 1991 - Floresta 2010	11.009,70	3,92
Agricultura 1991 - Campo 2010	27.853,56	9,93
Agricultura 1991 - Solo Exposto 2010	79.650,09	28,39
Agricultura 1991 - Agricultura 2010	6.992,28	2,49
Agricultura 1991 - Água 2010	228,51	0,08
Água 1991 - Floresta 2010	2,16	0,00
Água 1991 - Campo 2010	2,70	0,00
Água 1991 - Solo Exposto 2010	168,57	0,06
Água 1991 - Agricultura 2010	0,09	0,00
Água 1991 - Água 2010	119,07	0,04
<b>Total</b>	<b>280.536,57</b>	<b>100,00</b>

O uso e cobertura solo exposto que continua a ser desse tipo de uso é mais elevado nas Mbs3 e 4, justamente as duas microbacias que apresentam os menores percentuais para as classes floresta e campo.

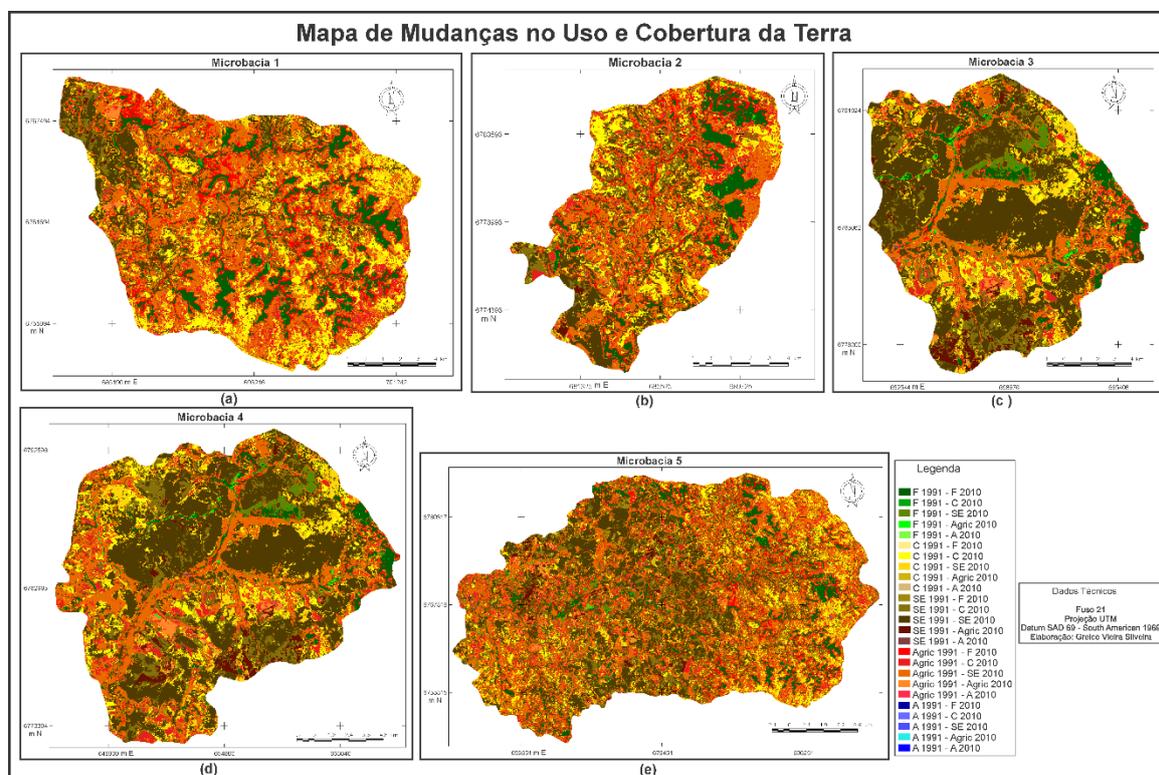


Figura 2. Mapa de mudanças no uso e cobertura da terra nas microbacias

A Mb3 compreende 42,03% da área total e está situada em todos os setores da microbacia, mas principalmente nos setores oeste, noroeste e região central. Dentre os demais usos o solo exposto perdeu mais área para a classe campo, especialmente as Mbs3 e 4. Destaca-se a Mb 2 com 9,56%, situadas em pequenas áreas em todos os setores (Figura 2b). O uso agricultura foi substituído pela floresta em maior percentagem nas Mbs 1, 2 e 5, também ocorreu o mesmo com o uso solo exposto porém ocorreu em todas as microbacias.

A classe agricultura apresentou as mudanças mais expressivas, pois apresentou os menores percentuais em áreas que eram de agricultura em todas as microbacias. Percebe-se que o uso agricultura vem sendo substituído pelo uso campo em todas as Mbs.

Portanto, nas cinco microbacias analisadas os tipos de usos e cobertura da terra campo e floresta somam 43,63% na Mb 1, seguido da Mb 2 com 45,69% da área total, estas duas Mbs apresentaram dados mais expressivos quando comparadas as outras, pois de uma maneira geral o uso campo e floresta cresceu em decorrência das mudanças que ocorreram principalmente no uso agricultura. O uso solo exposto também apresentou alterações, mas para o uso campo em maior expressividade. As Mbs 3, 4 e 5 estão inseridas em áreas em que o processo de arenização vem crescendo ao longo dos anos, propiciando em maior percentual o uso e cobertura solo exposto. Observa-se que as Mbs estão inseridas em uma área de baixas declividades, a qual propicia o uso e cobertura do solo campo para as áreas de pastagens e o florestamento de Eucaliptos como uma forma de impedir o avanço dos areais.

### 3.2 Produção Agropecuária na área de estudo

A tabela 8 apresenta dados da pecuária, agricultura e silvicultura em três anos distintos dos municípios de Santiago e Unistalda, os quais estão situados em áreas referentes as microbacias analisadas. Conforme se observa o município de Santiago apresentou uma diminuição nas áreas destinadas a produção de agricultura, assim como no seu rebanho bovino e por consequencia um aumento expressivo na sua produção de silvicultura.

Tabela 2. Dados da produção agropecuária

Município	Agricultura			Pecuária			Silvicultura		
	Soja/área plantada em ha			Bovino/cabeça			Madeira em Tora/m <sup>3</sup>		
	1991	1999	2010	1991	1999	2010	1991	1999	2010
Santiago	20.000	28.500	15.000	290.600	240.810	199.893	500	2280	3820
Unistalda	-	1.800	4.650	-	52.194	52.335	-	480	635

Fonte: IBGE

Em Unistalda a pecuária não apresentou uma variação expressiva, mas a agricultura e silvicultura aumentaram. Esses dados do IBGE são referentes aos três anos analisados nos mapas de uso e cobertura do solo e serviram como base para confirmar que os dados extraídos dos mapas estão em conformidade com as mudanças que vem ocorrendo na produção econômica da região. Sendo assim, a mudança na economia reflete os usos do solo encontrados, onde a agricultura vem cedendo espaço para a pecuária com o aumento das áreas de campos e da silvicultura com o crescimento da classe floresta e o solo exposto justifica-se pelas microbacias estarem inseridas em uma área com intensos processos erosivos.

### 3.3 Análise das variáveis limnológicas

A média da temperatura da água encontrada para os cinco pontos foi de 17,6 °C. Com relação aos cinco pontos, não houve variações significativas entre cada ponto amostrado (Figura 3a). A diferença de temperatura de água encontrada nos cinco pontos amostrais pode estar relacionada com a presença ou ausência de mata ciliar ao longo do curso d'água. O ponto 1 apresenta a temperatura mais elevada, sendo que na microbacia 1 foi encontrada a maior

porcentagem do uso floresta. O entorno dos pontos 1 e 2 (Figura 4a e 4b) apresenta-se preservado, com mata galeria ao longo do curso d'água. O ponto 3 apresenta a segunda temperatura mais elevada, porém apresenta uma porcentagem menor da classe floresta e maior de solo exposto, seu entorno é apenas com capões (Figura 4c). Os pontos 2, 4 e 5 não apresentam uma variação expressiva de temperatura entre si, a classe floresta apenas no ponto 2 é maior, nos outros dois é pequena, outro dado que pode ser considerado é que nos três pontos o percentual de solo exposto é elevado. A ocorrência da classe campo é elevada em todas as microbacias. O entorno dos pontos 4 e 5 apresentam vegetação de pequeno porte e capões (Fotografias 4d e 4e).



Figura 3. Gráficos da temperatura, turbidez, TSS, pH e condutividade elétrica das amostras

Os valores mais altos encontrados foram nos pontos 3 e 4, ambos com pH de 5,86. O valor mais baixo encontrado foi pH de 5,69. Num contexto geral o pH não apresentou variações expressivas entre cada ponto, sendo considerado ácido. O pH é uma viável que reflete o tipo de solo por onde a água percorre, por exemplo em lagoas com grande população de algas, e em dias ensolarados, o pH pode aumentar muito, chegando a 9 ou mais. Isso porque as algas, ao realizarem fotossíntese, retiram muito gás carbônico, que é a principal fonte natural de acidez da água. (da SILVA et al, 2010). Geralmente um pH muito ácido ou muito alcalino está associado à presença de despejos industriais.



Figura 4. Entorno dos pontos amostrais

A condutividade elétrica encontrada nos cinco pontos amostrais variou expressivamente. Analisando a Figura 3e, o menor valor encontrado foi no ponto 3 com apenas 22  $\mu\text{S}/\text{cm}$  e o maior valor foi no ponto 1 setor montante, com 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Portanto a média encontrada para a condutividade elétrica foi de 35,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  para os cinco pontos analisados. A variável condutividade elétrica não permite determinar, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas é importante por contribuir na identificação de possíveis impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos, dentre outros.

A diferença de condutividade elétrica encontrada pode estar sendo influenciada pelo tipo de íon presente no solo predominante em cada microbacia. O uso da terra por sua vez nas microbacias 1, 2 e 5 apresenta predominância da classe floresta e menor área de agricultura, sendo que nessas duas Mbs o valor de condutividade é maior que nas demais. Porém nos pontos 3 e 4 a classe floresta diminuiu e a agricultura aumentou, indicando que a diferença de condutividade elétrica encontrada pode estar associada ao manejo do solo em cada microbacia analisada.

O Total de sólidos em suspensão é uma variável limnológica que está intrinsecamente relacionada com a ocupação do entorno do ambiente aquático, pois o aporte de sedimentos é facilitado pelo desmatamento, pelas chuvas, ventos, bem como quando o solo está em preparo

para o plantio. A média do TSS encontrada para os cinco pontos amostrados é de 7,6 mg/L. Na Figura 3c observou-se que o ponto 3 apresentou valor mais elevado que os demais, sendo de 17,33 mg/L, enquanto que os outros não houve grande variação, nem chegando a 10 mg/L. A precipitação foi 3,9 mm, apenas nove dias antes da saída a campo (30/07/13).

O ponto 3 (Figura 4c) está inserido em uma área de arenização, sendo que no leito do rio pode ser observado, assim como no entorno do curso d'água a vegetação é de pequeno porte e gramíneas, outro dado importante é que áreas de silvicultura estão sendo manejadas próximas ao curso d'água. Outra justificativa para este valor elevado, é que o ponto 3 está inserido na microbacia 3, que apresenta a maior área de solo exposto, bem como as áreas de floresta vem diminuindo.

O menor valor ocorreu no ponto 2, que está inserido na Mb 2 que está próxima as nascentes do rio Itu, assim como apresenta valores altos de solo exposto, porém as classes de campo e floresta, ambas vem aumentando de 1991 para 2010. Desta forma, pode-se inferir que o ponto 2 mantém, o entorno do leito do rio mais preservado, com vegetação de médio a grande porte, dificultando que os sedimentos sejam carregados para o rio.

Na Figura 3e os valores mais altos encontrados foi nos pontos 4 e 5 ambos acima de 20 NTU, e o menor valor ocorreu no ponto 1 com 9,9 NTU. Dentre os pontos analisados existe uma variação expressiva entre eles, pois a montante tem-se valores mais baixos e a jusante os mais altos, com exceção do ponto 5 em que voltou a diminuir o valor da turbidez. A diferença de turbidez entre os pontos amostrais pode estar associada à maior porcentagem de floresta em algumas microbacias. Enquanto que nos pontos 1 e 2, respectivamente microbacias 1 e 2 foram encontrados os valores mais altos da classe floresta e menor porcentagem de agricultura (Tabela 2) a partir do ponto 3 ocorre uma diminuição da classe floresta e um aumento da agricultura.

Dessa forma, pode-se inferir que a diferença de turbidez encontrada pode estar sendo influenciada pelas classes floresta e agricultura, pois as microbacias 1 e 2 apresentam as maiores porcentagens da classe floresta e menor agricultura e por consequência os menores valores de turbidez. Enquanto que as microbacias 3, 4 e 5 apresentam maior turbidez, que por sua vez, aparecem com uma porcentagem menor da floresta e maior da agricultura.

### 3.4 Relação entre uso e cobertura da terra e variáveis limnológicas

A Tabela 3 apresenta a relação entre o uso e cobertura da terra e as variáveis limnológicas. Observa-se uma relação entre a condutividade elétrica e o solo do tipo predominante no entorno do ponto amostral de cada microbacia. O uso e cobertura predominante nas Mbs são solo exposto e campo, enquanto o uso predominante no entorno de cada ponto amostral varia, sendo floresta nas Mbs 1e 2 e solo exposto nas demais. Observa-se uma relação entre o pH e condutividade elétrica, pois os pontos 3 e 4 apresentam o valor mais alto de pH e menor de condutividade elétrica.

Tabela 3. Variáveis limnológicas e o uso da terra predominante em cada ponto amostral

Variáveis/Classe	Microbacias/Ponto Amostral				
	1	2	3	4	5
Temperatura (°C)	19,50	16,90	18,70	16,80	16,20
pH	5,77	5,69	5,86	5,86	5,69
Condutividade elétrica (µs/cm)	60,00	41,00	22,00	24,00	32,00
Total de sólidos em suspensão (mg/L)	8,60	2,60	17,30	4,60	4,60
Turbidez (NTU)	9,81	11,70	20,40	21,20	13,60
Uso e cobertura no ponto	F	F	SE	F e SE	C e SE
Uso e cobertura predominante na Mb	SE e C	SE e C	SE e C	SE e C	SE e C

O total de sólidos em suspensão apresenta relação com o entorno do ponto amostral da microbacia, pois a Mb 3 tem o valor mais elevado, apresenta não somente em seu entorno mas na Mb como um todo a predominância da classe solo exposto. Enquanto o ponto 2 que apresenta

o menor valor de TSS, em seu entorno é predominante a classe floresta. A turbidez apresenta relação com o uso e cobertura do entorno do ponto amostral, pois no ponto 3 e 4 o entorno.

#### 4. Conclusões

Num contexto geral a presença e ou a ausência de mata ciliar no entorno dos cursos d'água pode estar influenciando na variação de temperatura, pois esta varia conforme os usos e cobertura da terra. O total de sólidos em suspensão e a turbidez variam conforme o percentual da classe solo exposto. A presença dos areais próximos as margens do rio podem estar influenciando no total de sólidos em suspensão, neste caso na Mb 3, que apresentou o valor mais expressivo. Além disso, a condutividade elétrica pode estar sendo influenciada também pelo manejo do solo de cada microbacia analisada, pois as Mbs 1, 2 e 3 apresentaram maior valor de floresta e menor de agricultura, nestas duas Mbs o valor de condutividade é maior que nas demais, porém nos pontos 4 e 5 a classe floresta diminuiu e a agricultura aumentou. Portanto, pode estar associado ao manejo do solo a variação de condutividade elétrica encontrada.

Os dados da produção agropecuária referente aos municípios de Santiago e Unistalda confirmam as mudanças que vem ocorrendo no uso e cobertura da terra, pois os dados extraídos dos mapas estão em conformidade com as mudanças ocorridas na produção econômica da região. Essas mudanças acabam por refletir nas variáveis limnológicas, principalmente no total de sólidos em suspensão.

#### Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro. O segundo autor agradece ao CNPq por bolsa de produtividade em pesquisa.

#### Referências Bibliográficas

Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. 394 p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Banco de Dados Agregados. **SIDRA**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=291&z=p&o=28>>. Acesso em: 05.jan. 2014.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Tutorial Geoprocessamento**. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/classific.html>>. Acesso em: 10.set.2013.

Medeiros, G. A.; ARCHANJO, P.; SIMIONATO, R.; REIS, F. A. G. V. Diagnóstico da qualidade da água na microbacia do Córrego Recanto, em Americana, no Estado de São Paulo. **Geociências**, v. 28, n. 2, p. 181-191, 2009.

Ribeiro, C. C. R.; Verdum, R. Arenização, silvicultura e políticas ambientais no sudoeste do Rio Grande do Sul. **GEOgraphia**. Rio de Janeiro. v. 15, n. 29, p. 77-98, 2013.

Rosa, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: EDUFU, 2007. 248p.

Strassburger, L. **Uso da terra nas bacias hidrográficas do Rio do Peixe (SC) e do Rio Pelotas (RS/SC) e sua influência na limnologia do reservatório da UHE-Itá (RS/SC)**. 2005. 138 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2005.

Suertegaray, D. M. A.; Guasselli, L. A.; Verdum, R. (Org.). 2001. **Atlas da Arenização Sudoeste do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Coordenação e Planejamento e Secretaria da Ciência e Tecnologia, Governo do Estado do RS, 1.ed. Porto Alegre, 2001. 84p.