



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

## MUDANÇA DO USO E OCUPAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO LITORAL NO MUNICÍPIO DE PELOTAS/RS ENTRE OS ANOS DE 2000 E 2015

**Samanta Tolentino Cecconello** – satolentino@pelotas.ifsul.edu.br  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense Campus Pelotas.  
Praça Vinte de Setembro, 455 - Centro  
96.015-360 – Pelotas – Rio Grande do Sul

**Luana Nunes Centeno** – luananunescenteno@gmail.com  
Universidade Federal de Pelotas, Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos.

**Resumo:** *Este trabalho teve como objetivo estimar as mudanças na cobertura do solo na bacia hidrográfica do Litoral no município de Pelotas, RS entre os anos de 2000 a 2015, através da utilização de ferramentas de sensoriamento remoto, com uso de imagens LANDSAT. Foram obtidas imagens do satélite Landsat5, de 27/09/2000 e Landsat8 de 10/12/2015, que abrangem o município de Pelotas, RS. As imagens foram classificadas pelo método de Classificação Supervisionada por Máxima Verossimilhança (MaxVer). Os resultados para a área total da bacia hidrográfica do Litoral apontaram um aumento da classe Agricultura/Pastagem em 39,34%, uma diminuição do Solo Exposto em 38,53%, um aumento da Área Urbanizada em 5,01%, uma diminuição da área de Vegetação em 2,61% e uma redução de 3,13% em áreas de banhados entre o período estudado. Conclui-se que a BHL apresentou um processo de urbanização ao longo da série temporal analisada, o que suprimiu áreas de interesse ambiental, como os banhados.*

**Palavras-chave:** *SIG, Classificação automática, Sensoriamento remoto, Pelotas.*

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

## CHANGE OF THE USE AND OCCUPATION OF THE LITORAL HYDROGRAPHIC BASIN OF THE PELOTAS / RS MUNICIPALITY BETWEEN THE YEARS OF 2000 AND 2015

**Abstract:** *The objective of this study was to estimate the changes in soil cover in the Litoral basin in the municipality of Pelotas, RS, between 2000 and 2015, through the use of remote sensing tools using LANDSAT images. Images from the satellite Landsat 5, of 09/27/2000 and Landsat 8 of 10/12/2015, were obtained that cover the municipality of Pelotas, RS. The images were classified by the Supervised Maximum Likelihood (MaxVer) method. The results for the total area of the Litoral catchment area showed an increase in the Agriculture / Pasture class by 39.34%, a decrease of the Exposed Soil by 38.53%, an increase of the Urbanized Area by 5.01%, a decrease of area of vegetation by 2.61% and a reduction of 3.13% in areas of wetlands between the studied period. It was concluded that the BHL presented an urbanization process along the time series analyzed, which suppressed areas of environmental interest, such as the wetlands.*

**Keywords:** GIS, Automatic classification, Remote Sensing, Pelotas.

### 1. INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais ocorridos dentro de uma região podem ser estudados através da análise rural e ou urbana. Os impactos ambientais que afetam a zona rural estão ligados ao uso e manejo inadequado do solo, a contaminação dos mananciais subterrâneos e superficiais com substâncias tóxicas oriundas dos agrotóxicos e fertilizantes inorgânicos, assim como pelo despejo inadequado de esgotos domésticos e de resíduos sólidos. Já os impactos ambientais nas zonas urbanas são geralmente decorrentes do processo de urbanização (CORADI; FIA; PEREIRA-RAMIREZ, 2009; TUCCI, 2012).

A urbanização provoca um aumento nas áreas de impermeabilização do solo decorrentes da pavimentação das vias públicas (TUCCI, 2012; POLETO, 2014), além de aumentar a geração de esgotos domésticos e de resíduos sólidos que acabam muitas vezes sendo destinados de modo inadequado, e que acabam se depositando nas redes de drenagem das cidades. Esta disposição final inadequada favorece o acúmulo destes resíduos nas tubulações de esgoto e águas pluviais, que com a precipitação são carregados para pontos mais baixos da rede de drenagem, entupindo as mesmas, provocando enchentes e com elas a transmissão de doenças de veiculação hídrica (TUCCI, 2012; SILVA et al., 2014).

O crescimento urbano quando ocorrido sem planejamento e fiscalização, favorece a ocupação de áreas de risco, próximas às encostas de morros, planícies de inundação, dentre outros (TUCCI; BERTONI, 2003). Segundo Silva (2007) o planejamento territorial tem o objetivo de simular os efeitos das ações antrópicas sobre o território ao longo do tempo e do espaço, utilizando-se de conhecimentos aprofundados sobre as características do meio ambiente, com o objetivo de identificar as áreas mais próprias para ocupação.

O estudo em uma bacia hidrográfica possibilita entender os diferentes aspectos dinâmicos que ocorrem no ambiente natural relacionando e interligando-os à ação antrópica, de modo a entender quais as suas potencialidades e fragilidades (CUNHA; BACANI; AYACH, 2013). Estes estudos auxiliam na elaboração de planos de manejo de bacias hidrográficas, servindo de ferramenta para a gestão e planejamento territorial.

O município de Pelotas está localizado na região sul do Rio Grande do Sul, às margens do Canal São Gonçalo, Arroio Pelotas e Laguna dos Patos. Pelotas pode ser subdividida em oito bacias hidrográficas de acordo com a Secretaria Municipal de Gestão Urbana do município: Correntes, Turuçu, Pepino, Pelotas, Fragata, Litoral, Santa Bárbara e Contagem (PELOTAS, 2008). No decorrer dos anos,

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375

elas vêm sofrendo grande interferência antrópica pelo processo de urbanização, onde apresentam alterações das suas condições naturais provocadas pelos diversos usos e coberturas do solo, principalmente em áreas denominadas de Áreas Especiais de Interesse do Ambiente Natural (AEIAN) e em Áreas de Preservação Permanente (APP) (PELOTAS, 2008). A agricultura e pecuária, extração de areia, pesca e lazer são outras atividades antrópicas que potencializam a degradação ambiental nas bacias hidrográficas do município de Pelotas.

A análise ambiental dos ambientes impactados pela ação antrópica, tanto em ambiente urbano quanto rural, influenciam diretamente na qualidade ambiental da região (SILVEIRA et al., 2014). Uma análise criteriosa de imagens de satélite proporciona muitas informações importantes para avaliar a ocupação e uso do solo e da água (HUANG et al., 2015; SHUKLA; KHIRE; GEDAM, 2014).

Sendo assim, este trabalho tem por objetivo estimar as mudanças na cobertura do solo da Bacia Hidrográfica Litoral - BHL no município de Pelotas, RS entre os anos de 2000 a 2015, através da utilização de ferramentas de sensoriamento remoto, em especial as imagens LANDSAT.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Caracterização da área de estudo

O município de Pelotas está localizado na região sul do Rio Grande do Sul, às margens do Canal São Gonçalo, Arroio Pelotas e Laguna dos Patos. Segundo o IBGE (2010), o município possui cerca de 328 mil habitantes, sendo 93% residente da zona urbana, possuindo uma área total de 1.610,084 Km<sup>2</sup>. A Figura 1 apresenta a localização do município de Pelotas e a Bacia hidrográfica litoral, objeto deste estudo.

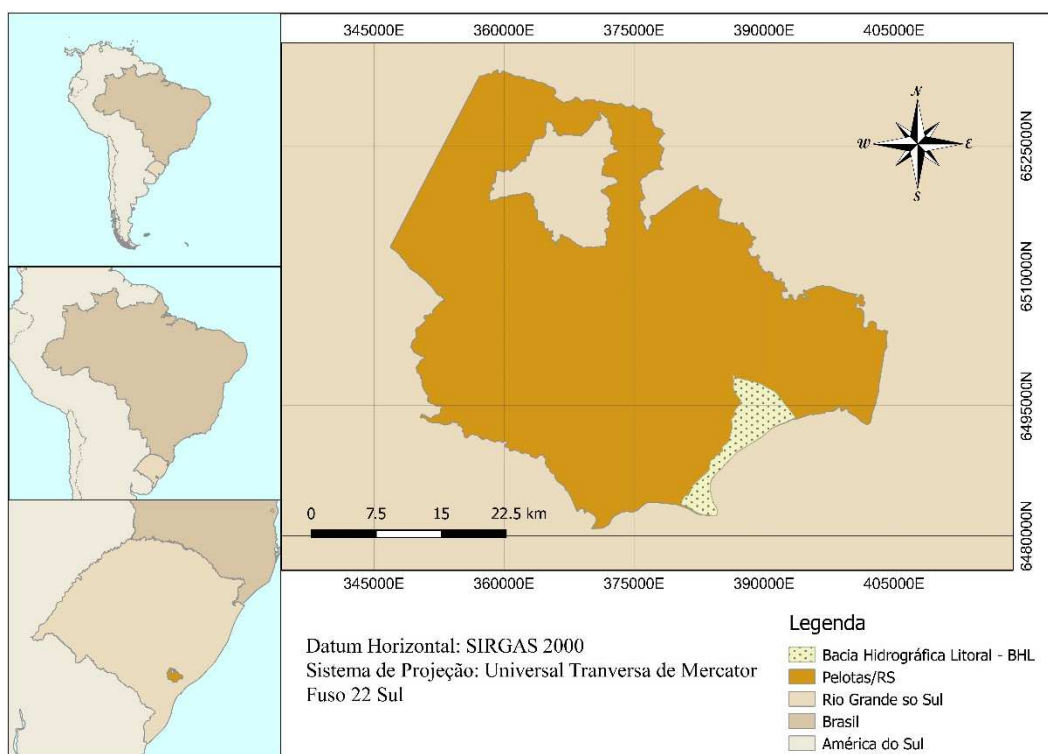


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica Litoral – BHL.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375

## 2.2. Pré-processamento dos dados

Para a avaliação das mudanças ocorridas na cobertura do solo da BHL, foram selecionadas duas imagens de satélite que preenchessem alguns critérios básicos, como o tipo de satélite, escolhemos o Landsat 5 (TM) para o ano de 2000 e Landsat 8 (OLI) para o ano de 2015, pois eles apresentam uma resolução espacial de 30 metros e 15 metros respectivamente; a cobertura máxima de nuvens 10%, intervalos de tempo janeiro/2000 a dezembro/2000 (imagem de 2000) e janeiro/2015 a dezembro/2015 (imagem de 2015), em ambas seleções das imagens, optou-se por filtrar por meio da órbita e ponto respectivamente 221 e 82 referente a localização do município de Pelotas, RS. As imagens foram obtidas gratuitamente através do site do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, onde realizou-se um cadastro para que pudéssemos ter acesso ao catálogo de imagens. Este estudo pretende analisar uma série temporal de 15 anos, portanto foram escolhidas duas imagens, uma do ano de 2000 e outra do ano de 2015.

As imagens disponibilizadas pelo INPE para download estão separadas por meio de 7 bandas espectrais do Landsat 5 e 11 bandas no Landsat 8, portanto, precisou-se fazer a composição das mesmas através do programa MultiSpec versão 2.8. As imagens utilizadas neste estudo são o resultado do agrupamento das bandas (1,2,3,4,5,6 e 7) no Landsat 5 na imagem 2000 e (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 e 11) no Landsat 8 na imagem 2015. Para facilitar a visualização da área de estudo, optou-se por fazer o corte da imagem de satélite, obtendo apenas a área da Bacia Hidrográfica Litoral. Para isso foi utilizado o vetor da BHL disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Pelotas como máscara para recortar a imagem de satélite com as bandas agrupadas. O recorte da imagem foi realizado no software QGis versão 2.18.3.

As imagens de satélite obtidas pelo site do INPE já estavam georreferenciadas, porém mesmo assim foram utilizados alguns pontos de controle para obter o erro médio quadrático (RMS), que é estimado tomando-se uma amostra dos valores calculados e comparando-a com seus valores reais. Foi utilizado o software livre QGis versão 2.18.3 para o georreferenciamento e o vetor base foi o limite do município de Pelotas obtido do mapeamento sistemático do IBGE. Foram utilizados 10 pontos de controle identificáveis na imagem e no vetor base. O RMS total ficou em 8,78, esse valor é menor que 1 pixel (30m) da imagem Landsat 5 e menor que 1 pixel (15m) da imagem Landsat 8. De acordo com Melo e Pachêco (2015), o erro médio quadrático deve ser inferior ao tamanho de 1 pixel. O Sistema de Referência adotado para este estudo foi o SIRGAS 2000 projeção UTM 22 Sul.

## 2.3 Classificação Multiespectral Supervisionada das Imagens

A técnica utilizada para a identificação das classes de cobertura do solo foi a classificação “pixel a pixel”, na qual baseia-se nas informações espectrais de cada pixel com o objetivo de encontrar as regiões homogêneas, a partir da probabilidade do pixel pertencer a uma determinada classe (MENESES; ALMEIDA, 2012; PARANHOS FILHO et al., 2016). Se o pixel corresponder aos critérios estabelecidos por medidas estatísticas, o pixel será então atribuído a classe que melhor atenda aos critérios determinados. A classificação da imagem foi realizada através do classificador de Máxima Verossimilhança (MaxVer), que utiliza as estimativas das distâncias entre as médias dos valores numéricos dos pixels das classes, através de parâmetros estatísticos (MENESES; ALMEIDA, 2012; CARDOSO; CENTENO, 2015).

A classificação supervisionada necessita que sejam definidas áreas homogêneas de treinamento, para que estas possam ser utilizadas para fornecer estatísticas para o algoritmo de classificação. Estas áreas de treinamento são definidas pelo usuário que deve ter conhecimento prévio sobre a área de estudo. Para utilizar a classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança (MaxVer) foi necessário escolher um número suficiente de áreas que representasse uma mesma feição

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375





11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

mostrando uma variação da feição em toda a imagem (CARDOSO; CENTENO, 2015). O software utilizado para a classificação e pós-classificação das imagens foi o MultiSpec versão 2.8.

Foram definidas amostras de treinamento para as classes: área urbana, agricultura e pastagem, vegetação arbórea, solo exposto, massa d'água e banhados.

O total de amostras levantadas para cada classe para as imagens de 2000 e 2015 são apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. O número mínimo e máximo de pixels das amostras para representar determinada classe foi de 441; 918 para a imagem de 2000 e 511; 2431 para a imagem do ano de 2015. Segundo Meneses e Almeida (2012) o número de amostras de treinamento deve representar a variação do número digital dos pixels na área estudada. Para Mather (1999) o número de pixels para as amostras necessárias para representar bem as classes devem ser de  $30p$ , onde o  $p$  é o número de bandas espectrais da imagem a ser classificada.

Tabela 1. Tipos de amostras e suas características para classificação da imagem de 2000.

Amostras	Cor RGB	Nº de amostras	Nº Total de pixels
Área Urbana	255,168,192	21	461
Agricultura e Pastagem	205,137,000	20	709
Vegetação Arbórea	115,168,000	20	682
Solo Exposto	178,178,178	20	725
Massa d'água	153,194,230	22	918
Banhados	214,255,254	23	441

Tabela 2. Tipos de amostras e suas características para classificação da imagem de 2015.

Amostras	Cor RGB	Nº de amostras	Nº Total de pixels
Área Urbana	255,168,192	20	703
Agricultura e Pastagem	205,137,000	21	2431
Vegetação Arbórea	115,168,000	20	1467
Solo Exposto	178,178,178	20	1044
Massa d'água	153,194,230	20	2245
Banhados	214,255,254	21	511

A determinação da mudança da cobertura do solo na BHL entre os anos de 2000 e 2015 foi realizada pela combinação das classificações resultantes em formato *raster*. Os mapas resultantes da cobertura do solo para 2000 e 2015, foram obtidos pela conversão das classificações em formato matricial para o vetorial.

Após a classificação da imagem, obteve-se a Matriz de Confusão, utilizada para validar o classificador, através da verificação da acurácia da classificação. A exatidão global e o índice Kappa são utilizados como medidas para verificar a acurácia da classificação. A exatidão global varia de 0 a 100%, sendo obtida pela divisão do número total de pontos corretamente classificados pelo número de pixels total. Enquanto que o índice Kappa varia de 0 a 1, sendo dividida em faixas de acordo com a Tabela 3. O Índice Kappa foi proposto por Landis e Kock (1977), sendo utilizado em vários trabalhos sobre classificação de imagens (CARDOSO; CENTENO, 2015; MENESES; ALMEIDA, 2012; PARANHOS FILHO et al., 2016).

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



Tabela 3. Faixa de classificação do Índice Kappa.

Índice Kappa	Classificação
0,0 - 0,2	Ruim
0,2 - 0,4	Razoável
0,4 - 0,6	Boa
0,6 - 0,8	Muito Boa
0,8 - 1,0	Excelente

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A classificação supervisionada através do método da Máxima Verossimilhança apresentou resultados satisfatórios, conforme podemos observar pela exatidão global e pelo índice Kappa, bem como, nas informações da matriz de confusão apresentadas na Tabela 4 e 5.

Tabela 4. Matriz de Confusão obtida para o ano de 2000 para a BHL.

Classes	Exatidão Global = (3915/3936) 99,4665%						Índice Kappa = 0,9935
	AU	A/P	VA	SE	MA	B	Total pixels classificados
Não classificado	0	0	0	0	0	0	0
Área Urbana	459	1	0	1	0	0	461
Agricultura e Pastagem	1	708	0	0	0	2	711
Vegetação Arbórea	0	0	679	12	0	0	691
Solo Exposto	1	0	3	712	0	0	716
Massa d'água	0	0	0	0	918	0	918
Banhados	0	0	0	0	0	439	439
Total pixels reais	461	709	682	725	918	441	3.936

AU: Área Urbana; A/P: Agricultura e Pastagem; VA: Vegetação Arbórea; SE: Solo Exposto; MA: Massa d'Água; B: Banhados.

Tabela 5. Matriz de Confusão obtida para o ano de 2015 para a BHL.

Classes	Exatidão Global = (7436/8401) 88,5133%						Índice Kappa = 0,8581
	AU	A/P	VA	SE	MA	B	Total pixels classificados
Não classificado	0	0	0	0	0	0	0
Área Urbana	2.419	0	1	2	1	27	2.450
Agricultura e Pastagem	6	1.467	2	0	0	0	1.475
Vegetação Arbórea	0	0	1.017	0	0	11	1.028
Solo Exposto	0	0	0	1.358	0	0	1.358
Massa d'água	0	0	0	884	510	0	1.394
Banhados	6	0	24	1	0	665	696
Total pixels reais	2.431	1.467	1.044	2.245	511	703	8.401

AU: Área Urbana; A/P: Agricultura e Pastagem; VA: Vegetação Arbórea; SE: Solo Exposto; MA: Massa d'Água; B: Banhados.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



A acurácia total da classificação para o ano de 2000 apresentou mais de 99%, demonstrando que houve muito pouca confusão entre as classes. O índice Kappa também confirmou que a classificação foi excelente segundo Landis e Koch (1977) citado por Meneses e Almeida (2012). Na classe “área urbana” houve 1 pixel que foi confundido com as classes “solo exposto” e “agricultura e pastagem”.

Na classificação do ano de 2015 foi necessário realizar a degradação da imagem passando de uma resolução de 15 para 30 metros, fato que pode ter prejudicado a classificação, pois os valores do índice Kappa e da exatidão global foram inferiores ao do ano de 2000, porém o resultado da classificação foi considerado excelente. A exatidão global apresentada para o ano de 2015 foi de 88,51% e o índice Kappa apresentou valor de 0,85. Na matriz de confusão pode-se perceber que houveram mais confusões entre os pixels comparados ao do ano 2000. Na classe da “área urbana” houve confusão de 27 pixels confundidos com a classe “banhados”, 1 pixel confundido com “vegetação arbórea”, 1 pixel “massa d’água” e 2 pixels com “solo exposto”. Como houve a degradação da imagem e devido ao fato da área urbana apresentar uma variação maior de alvos, estas confusões podem ser justificadas, pois há respostas espectrais diferentes, o que possibilita uma maior confusão do número digital de uma classe com outra (JENSEN, 2011).

A Figura 4 apresenta o resultado da classificação (MaxVer) de uso do solo da BHL e a Tabela 6 e 7 apresentam os resultados da classificação para os anos de 2000 e 2015 respectivamente, com a área de cada classe de uso do solo para a BHL.

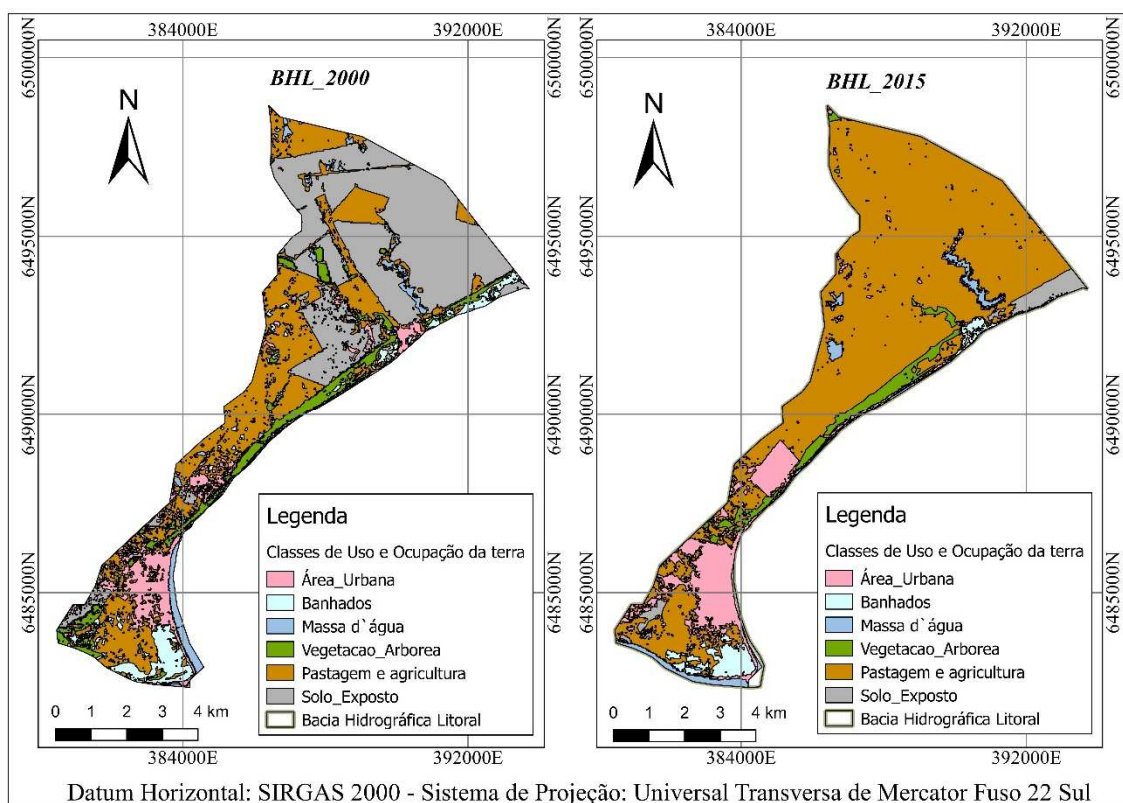


Figura 4. Resultados da classificação (MaxVer) de uso do solo da BHL para os anos de 2000 e 2015.



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

Tabela 6. Classes de uso do solo da BHL e respectivas áreas em 2000, em quilômetros quadrados e percentual.

Classificação do Uso e Ocupação	Área Total Km <sup>2</sup>	% Área Total
Área Urbana	4,58	8,42
Agricultura e Pastagem	18,5	34,03
Vegetação Arbórea	3,54	6,51
Solo Exposto	22,7	41,75
Massa d'água	1,65	3,03
Banhado	3,4	6,25
Área Total	54,37	100,00

Tabela 7: Classes de uso do solo da BHL e respectivas áreas em 2015, em quilômetros quadrados e percentual.

Classificação do Uso e Ocupação	Área Total Km <sup>2</sup>	% Área Total
Área Urbana	7,3	13,43
Agricultura e Pastagem	39,89	73,37
Vegetação Arbórea	2,12	3,90
Solo Exposto	1,75	3,22
Massa d'água	1,61	2,96
Banhado	1,7	3,13
Área Total	54,37	100,00

Ao observarmos as Tabelas 6 e 7, podemos perceber que houve um crescimento urbano de 5,01% de 2000 a 2015 na BHL. A área destinada a agricultura e as pastagens cresceu 39,34%, em contrapartida, houve uma redução de solo exposto em 38,53%. Este fato pode ser explicado pois, neste período o solo exposto deu lugar a agricultura/pastagem, de modo que estas áreas se modificam de acordo com a cultura da época, sendo, portanto, inversamente proporcionais.

A vegetação arbórea reduziu-se 2,61% ao longo do tempo, assim como a área de banhados (3,13%) e a massa d'água (0,07%). Esta redução pode ser explicada pelo crescimento urbano na BHL, que ocupou áreas identificadas como de banhados e ou massa d'água.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a BHL apresentou um processo de urbanização ao longo da série temporal analisada, fato comprovado pela classificação supervisionada através do método de Máxima Verossimilhança, na qual mostrou-se adequado para a classificação das imagens de satélite para a BHL. Pode-se considerar ainda que há conflitos decorrentes do uso e ocupação do solo na BHL, pois pode-se observar a mudança em áreas consideradas de banhado e portanto, consideradas Áreas de Preservação Permanente.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375





11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
**meio ambiente,  
política & economia**

## 5. REFERÊNCIAS

CARDOSO, Fabricio Baumgarten; CENTENO, Jorge A. Silva. Análise da dinâmica do uso e cobertura do solo em Blumenau – SC, utilizando ferramentas de geoprocessamento. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 16, n. 56, p.173-184, dez. 2015.

CORADI, P.; FIA, R.; PEREIRA RAMIREZ, O. Avaliação da qualidade da água superficial dos cursos de água do município de Pelotas-RS, Brasil. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 4, n. 2, p. 46–56, 2009.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2011. 672 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades@: Rio Grande do Sul/ Pelotas. Censo Demográfico 2010: Sinopse Download de Censo Demográfico 2010 – Sinopse em arquivo .CSV para excel. IBGE, 2010.

HUANG, Changchun et al. Investigating Changes in Land Use Cover and Associated Environmental Parameters in Taihu Lake in Recent Decades Using Remote Sensing and Geochemistry. **Plos One**, [s.l.], v. 10, n. 4, p.1-16, 21 abr. 2015.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n. 1, p. 159-174, 1977.

MELO, I.D.F.; PACHÊCO, A.P. **Aspectos da Correção Geométrica de Imagens Orbitais**. Universidade Federal de Pernambuco.

MATHER, P.M. **Computer processing of remotely-sensed images**. John Wiley & Sons, New York. 1999.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. (org.) **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: CNPq, 2012. 276 p.

PARANHOS FILHO, A. C.; MIOTO, C.L; JUNIOR MERCATO, J; CATALANI, T.G.T. **Geotecnologias em Aplicações Ambientais**. Campo Grande: UFMS, 2016. 383 p.

PELOTAS (Cidade). Lei nº 5.502, de 11 de setembro de 2008. Institui o Plano III Diretor Municipal e estabelece as diretrizes e proposições de ordenamento e desenvolvimento territorial no Município de Pelotas, e dá outras providências. Pelotas, RS, 11 set. 2008. Disponível em: <[http://www.pelotas.com.br/politica\\_urbana\\_ambiental/planejamento\\_urbano/III\\_plano\\_diretor/lei\\_iii\\_plano\\_diretor/arquivos/lei\\_5502.pdf](http://www.pelotas.com.br/politica_urbana_ambiental/planejamento_urbano/III_plano_diretor/lei_iii_plano_diretor/arquivos/lei_5502.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2015.

POLETO, C. **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2014. 272 p.

SHUKLA, S.; KHIRE, M. V.; GEDAM, S. S.. Monitoring Land Use/Land Cover Changes in a River Basin due to Urbanization using Remote Sensing and GIS Approach. *The International Archives Of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences*, Hyderabad, v. -8, p.949-953, 28 nov. 2014.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO  
INTERNACIONAL  
DE QUALIDADE  
AMBIENTAL

02 A 04 DE  
OUTUBRO  
PORTO ALEGRE-RS  
TEATRO DA PUCRS



TEMA  
meio ambiente,  
política & economia

SILVA, C. S. D. **Inundações em Pelotas/RS: o uso de geoprocessamento no planejamento paisagístico e ambiental.** 2007. 196 f. Mestrado (Dissertação) - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

SILVA, J. A. B. et al. Á urbanização no mundo contemporâneo e os problemas ambientais. **Caderno de Graduação - Ciências Humanas e Sociais** - UNIT, 27. Oct. 2014.

SILVEIRA, T. et al. Qualidade da Água e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos Superficiais na Definição das Fragilidades Potencial e Ambiental de Bacias Hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 4, p. 643–652, 2014.

TUCCI, C. E.; BERTONI, J. **Inundações Urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: ABRH, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação.** 4. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2012. 943 p.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br  
abes-rs@abes-rs.org.br  
(51) 3212.1375