

ANÁLISE DA DINÂMICA DO USO E COBERTURA DO SOLO EM BLUMENAU (SC), UTILIZANDO FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO

Fabricio Baumgarten Cardoso

Especializando do Programa de Pós-Graduação em Geoprocessamento – PUCPR
fbc@florestal.eng.br

Jorge A. Silva Centeno

Professor do Programa de Pós-Graduação em Geoprocessamento - PUCPR
centeno@ufpr.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Blumenau através de imagens de satélite Landsat e de ferramentas de geoprocessamento. Foram obtidas imagens do satélite Landsat8, de 23/08/2014, que abrangem o município de Blumenau. As imagens foram classificadas pelo método de Classificação Supervisionada por Máxima Verossimilhança (MaxVer). Analisou-se a dinâmica do uso do solo comparando-se estes dados, com o trabalho realizado por Refosco (2000) para o ano de 1997. Os resultados para a área total de Blumenau apontaram uma diminuição da Vegetação Nativa em 9,0%, um aumento da área de Reflorestamento em 142,4%, um aumento da Área Urbanizada em 31,5%, diminuição da cobertura de Rios e Águas em 13,6% e um aumento da classe Agricultura/Pastagem em 18,6%. Entre 1997 e 2014, ocorreu uma diminuição de área de vegetação nativa e aumento de área urbanizada no perímetro urbano. Apesar de os bairros da região norte serem os que possuem maior cobertura por vegetação nativa, de 1997 para 2014 ocorreu uma diminuição no percentual de Vegetação Nativa em todos os bairros da região Norte e um aumento em sua área de agricultura/pastagem.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Uso do Solo; SIG.

LAND COVER DYNAMIC ANALYSIS IN BLUMENAU (SC), USING GEOPROCESSING TOOLS

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the dynamics of land cover in Blumenau, through Landsat satellite images and geoprocessing tools. Were obtained Landsat 8 satellite images, from 2014/08/23, covering the city of Blumenau. The images were classified by the Maximum Likelihood Supervised Classification (MaxVer) methodology. Was analyzed the land cover dynamics comparing this data with the data obtained by Refosco (2000) to the year of 1997. The results for the total area of Blumenau have pointed a decrease of Native Vegetation in 9.0%, an increase of Reforestation in 142.4%, an increase of Urban Areas in 31.5%, a decrease of Rivers/Water in 13.6% and an increase of Agriculture/Pasture in 18.6%. Between 1997 and 2014, occurred a decrease of the Native Vegetation and an increase of the Urban Area at the urban perimeter. Although the districts of the northern region are those with greater coverage by native vegetation, from 1997 to 2014 there was a decrease in the percentage of Native Vegetation in all districts of the North and an increase in its area of agriculture / pasture.

Keywords: Remote Sensing; Land Use; GIS.

Recebido em 28/01/2015
Aprovado para publicação em 26/10/2015

INTRODUÇÃO

Os conflitos de uso da terra aumentam constantemente na prática do planejamento cotidiano. As exigências quanto ao planejamento espacial, proteção e monitoramento do meio ambiente, também aumentam constantemente. Dados básicos para o planejamento, ou seja, informações sobre as condições atuais precisam estar atualizadas e disponíveis na medida do possível, com boa resolução (BLASCHKE, 2005).

Sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter informações da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. No sensoriamento remoto a obtenção dos dados é feita à distância, ou seja, sem o contato físico entre o sensor e a superfície terrestre. As imagens de satélite são produto do sensoriamento remoto e permitem enxergar o planeta Terra de uma posição privilegiada, proporcionando uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (em diferentes datas) de extensas áreas da superfície terrestre (FLORENZANO, 2002).

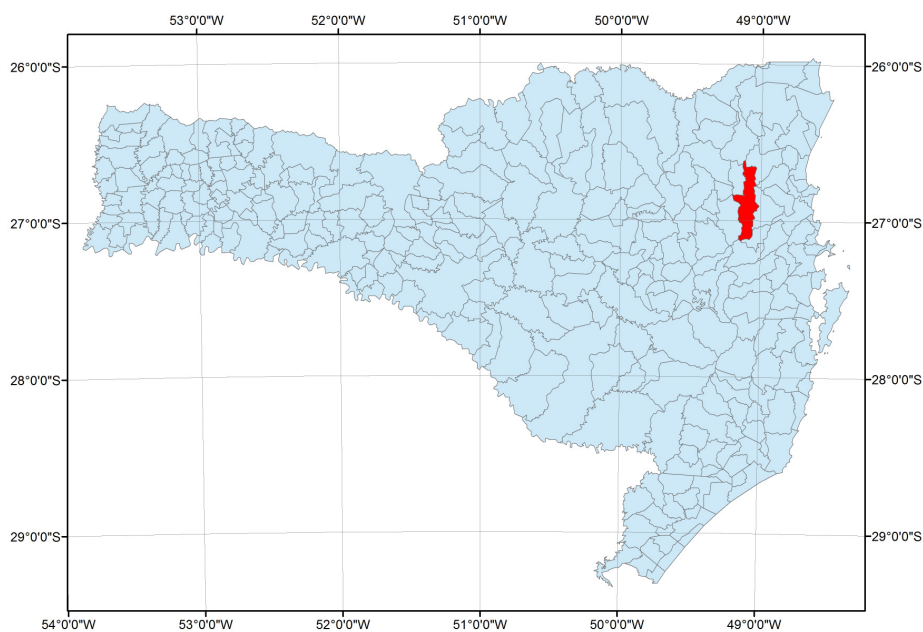
Conforme Blaschke (2005), nos sensores multiespectrais clássicos, certos procedimentos-padrão estão integrados para a interpretação em software operacional de processamento de imagens. Eles incluem desde procedimentos de correção radiométrica e geométrica, filtragem de imagens e a aplicação de combinações de canais e razões de bandas até procedimentos matemático-estatísticos do mapeamento de uso do solo (classificação). Na imagem pré-processada, áreas-teste representativas das classes de uso do solo são escolhidas e suas assinaturas espectrais servem como base para um algoritmo de classificação, fundamentado em métodos matemático-estatísticos. O procedimento de Máxima Verossimilhança é o mais frequentemente usado no sensoriamento remoto, o qual considera as correlações entre os canais espectrais.

O objetivo desta pesquisa foi fazer uma análise atual do uso e cobertura do solo do município de Blumenau, realizando a classificação de uma imagem do satélite Landsat 8 de 2014. Além da análise do município como um todo, foi analisada a dinâmica da cobertura do solo nos bairros do município.

CARACTERÍSTICAS E LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Município de Blumenau localiza-se no Estado de Santa Catarina e possui área total de 519,8 km², sendo que 206,8 Km² (39,78%) estão em área urbana e 313,0 Km² (60,22%) em área rural. Blumenau limita-se ao norte com os municípios de Jaraguá do Sul e Massaranduba; ao sul com Guabiruba, Botuverá e Indaial; a leste com Luís Alves e Gaspar e a oeste com Indaial, Timbó e Pomerode (Figura 1).

Figura 1. Localização de Blumenau no Estado de Santa Catarina.



O município de Blumenau é cortado, no sentido oeste-leste, pelo Rio Itajaí-açu. Seus principais afluentes são os ribeirões Garcia, da Velha, Itoupava e do Testo. O relevo do município apresenta grandes contrastes de altitude e declividade, sendo que a altitude na área central é de 14 m acima do nível do mar e as altitudes aumentam em direção ao extremo sul do Município, aonde as cotas chegam a até 900 m, sendo esta também a área mais declivosa. O município está inserido na unidade denominada de escudo catarinense, que se caracteriza por encostas íngremes e vales profundos, que favorecem os processos erosivos (BLUMENAU, 2005).

A formação vegetal presente no Município de Blumenau é a Floresta Ombrófila Densa Costeira, conhecida também como Mata Pluvial da Encosta Atlântica. Ocorre quase que paralelamente ao Oceano Atlântico, e se alarga sensivelmente para o interior, indo até altitudes compreendidas entre 700 e 800 metros.

Sua população no ano 2010 era de 309.011 habitantes, segundo dados do Censo Demográfico do IBGE. O município é considerado, hoje, um importante polo regional e estadual, devido à sua economia baseada na indústria e à importância de seu comércio e prestação de serviços. Apresenta, a terceira maior população do estado; está distante 140 Km de sua capital, a cidade de Florianópolis e é sede da Região Metropolitana do Vale do Itajaí.

A área urbana de Blumenau é dividida em 35 bairros:

- a) Margem direita do rio Itajaí-Açu: Vorstadt, Centro, Ribeirão Fresco, Garcia, Da Glória, Progresso, Valparaíso, Vila Formosa, Jardim Blumenau, Bom Retiro, Velha, Velha Central, Velha Grande, Passo Manso, Salto Weissbach, Do Salto, Escola Agrícola, Água Verde, Vila Nova, Itoupava Seca, Victor Konder, Boa Vista.
- b) Margem esquerda do rio Itajaí-Açu: Ponta Aguda, Nova Esperança, Itoupava Norte, Fortaleza, Tribess, Fortaleza Alta, Fidélis, Salto do Norte, Badenfurt, Testo Salto, Itoupavazinha, Itoupava Central, Vila Itoupava.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a classificação do uso do solo atual, obtiveram-se duas imagens do satélite Landsat-8, de 23 de agosto de 2014, órbita/ponto 220/78 e 220/79. As imagens foram obtidas gratuitamente através da plataforma Earth Explorer do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). O primeiro passo foi realizar a composição das bandas 4,5,6 (RGB), que permitem uma melhor separação entre as classes de uso do solo. Uma vez que a parte norte do município está na órbita/ponto 220/78 e a porção central e sul está na órbita/ponto 220/79, foi criado um mosaico entre as duas imagens.

As imagens vieram 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 ArcGis 10.1 para o georreferenciamento e o vetor base foi a hidrografia do município obtida do mapeamento sistemático do IBGE. Foram utilizados 5 pontos de controle identificáveis na imagem e no vetor base. O RMS total ficou em 21,15, esse valor é menor que 1 pixel (30m) da imagem Landsat-8. Segundo Melo et al. (2015), o erro quadrático médio deve ser inferior a 1 pixel e compatível como a resolução espacial da imagem.

O software utilizado para a classificação e pós-classificação das imagens foi o ENVI 4.2. Foi utilizada a técnica de classificação multiespectral "pixel a pixel", que utiliza apenas a informação espectral isoladamente de cada pixel para achar regiões homogêneas. A classificação da imagem foi realizada através da metodologia de classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança (MAXVER). Este método considera a ponderação das distâncias entre as médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos e ajustes segundo uma distribuição gaussiana. As amostras de treinamento são definidas pelo usuário e para que esta classificação seja precisa o suficiente, é necessário um número razoavelmente elevado de "pixels" para cada conjunto de treinamento. Os conjuntos de treinamento definem o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento (INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, 2014).

Foram definidas amostras de treinamento para as seguintes classes:

- a) Vegetação Nativa (Cobertura florestal nativa primária e secundária em qualquer estágio de regeneração);
- b) Agropecuária (Agricultura/Pastagem);
- c) Reflorestamento (Plantios de *Pinus* spp. e *Eucalyptus* spp.);
- d) Área Urbanizada (áreas residenciais, comerciais e industriais);
- e) Águas (Rios, cursos d'água, lagos).

Na Pós-classificação, foi utilizado o filtro majoritário para a redução de pixels isolados, pois esse procedimento leva em consideração a vizinhanças das células tendo como referência a célula central do Kernel 3x3, 5x5 e outras máscaras, além de considerar a conectividade espacial das células.

Após, calculou-se a Matriz de Classificação, que informa o número de pixels classificados errados em cada classe. Dependendo dos valores, devem ser revistas as amostras de treinamento, acrescentando ou excluindo amostras (Quadro 1).

Quadro 1. Matriz de Classificação em percentual.

Classe	Reflorestamento	Agropecuária	Águas	Urbana	Vegetação Nativa
Reflorestamento	100	0	0	0	0,92
Agropecuária	0	100	0	0	0,08
Águas	0	0	96,64	0	0
Urbana	0	0	3,36	100	0
Vegetação Nativa	0	0	0	0	99
Total	100	100	100	100	100
Exatidão Global	99,15 %				
Índice Kappa	0,9858				

Após a matriz de classificação apresentar resultados satisfatórios, deve ser verificada a acurácia da classificação. Para verificar a acurácia da classificação, foi calculada a Matriz de Confusão. Para isso, foram criados polígonos na imagem landsat que visivelmente representavam cada uma das classes. Esses polígonos foram comparados com a classificação e obteve-se a matriz de confusão abaixo (Quadro 2).

Quadro 2. Matriz de Confusão em percentual.

Classe	Agropecuária	Águas	Urbana	Vegetação Nativa	Reflorestamento
Agropecuária	100	0	0	0	0
Águas	0	88,68	0	0	0
Urbana	0	11,32	100	0	0
Vegetação Nativa	0	0	0	97,74	0
Reflorestamento	0	0	0	2,26	100
Total	100	100	100	100	100
Exatidão Global	97,89 %				
Índice Kappa	0,9722				

Com relação aos valores Kappa nota-se que a classificação apresentou resultado excelente (kappa > 0,8) de acordo com Landis e Kock (1977) citado por Congalton e Green (1998).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o resultado da classificação (MaxVer) de uso do solo do município de Blumenau. A Tabela 1 apresenta os resultados da classificação para o ano de 2014, com a área de cada classe de uso do solo para o município e para o perímetro urbano. Na Tabela 2 estão os resultados da classificação obtidos por Refosco (2000) para o ano de 1997 e que serviram de base para a análise das modificações no uso do solo no município de Blumenau.

Figura 2. Resultado da Classificação Supervionada (MaxVer) – UTM WGS84.

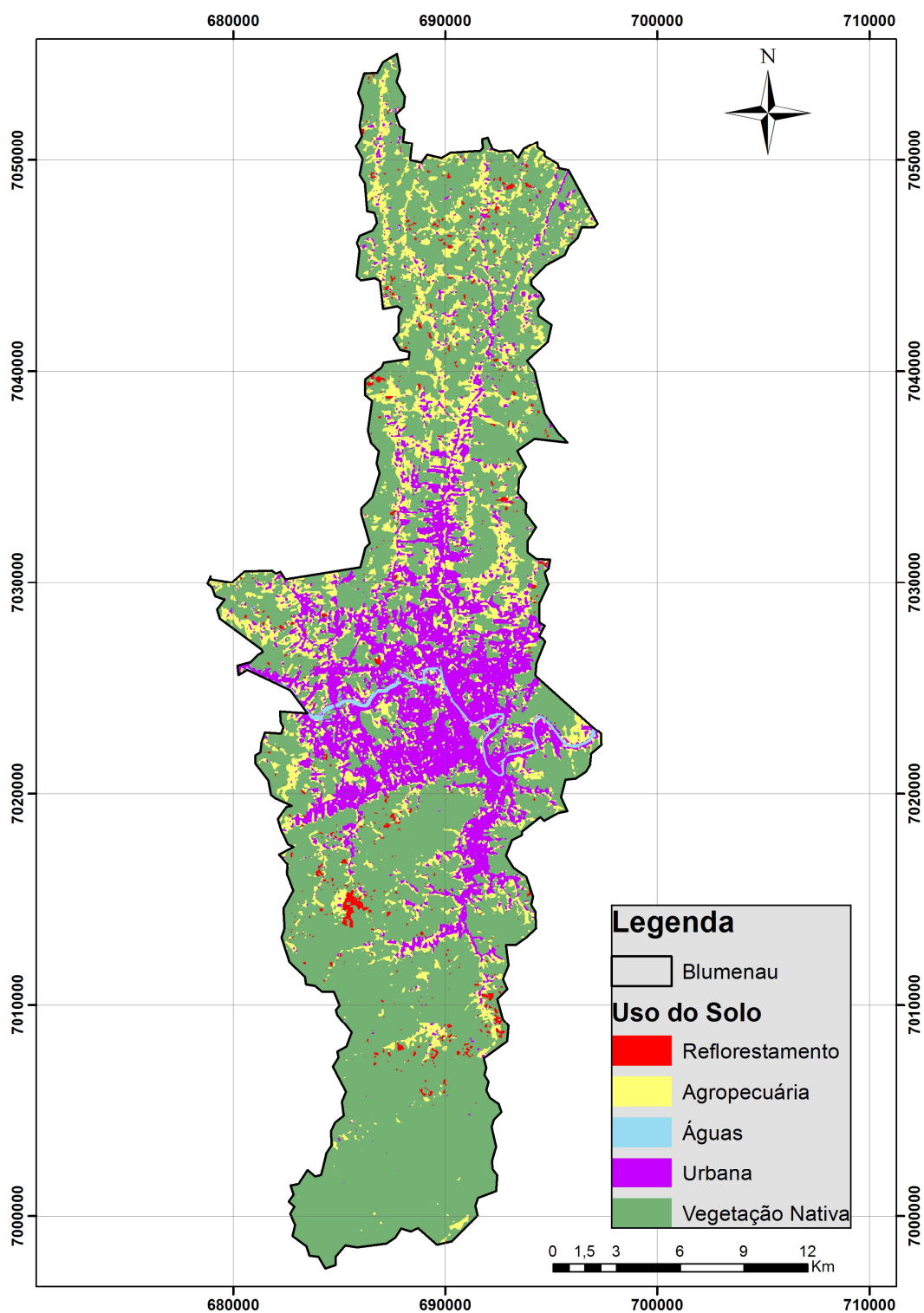


Tabela 1. Classes de uso do solo em Blumenau e respectivas áreas em 2014, em quilômetros quadrados e percentual.

Classe	Município (Km ²)	Município (%)	Perímetro Urbano (km ²)	Perímetro Urbano (%)
Vegetação Nativa	333,94	64,25	67,48	32,63
Agricultura/Pastagem	85,37	16,42	50,33	24,34

Classe	Município (Km ²)	Município (%)	Perímetro Urbano (km ²)	Perímetro Urbano (%)
Reflorestamento	5,89	1,13	0,79	0,38
Área Urbanizada	91,07	17,52	84,79	41,0
Rios e Águas	3,49	0,67	3,42	1,65
Total	519,77	100	206,81	100

Tabela 2. Classes de uso do solo em Blumenau e respectivas áreas em 1997, em quilômetros quadrados e percentual.

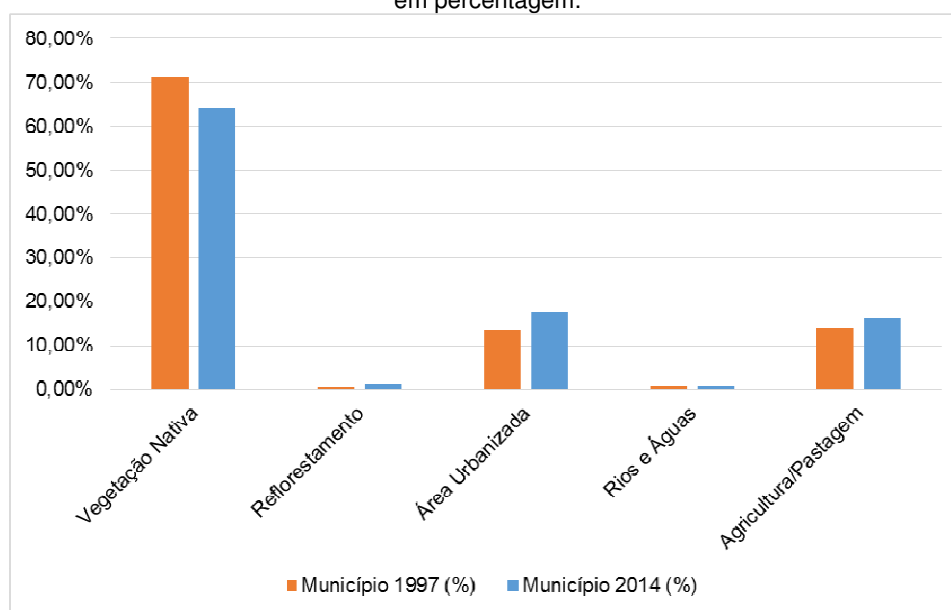
Classe	Município (Km ²)	Município (%)	Perímetro Urbano (km ²)	Perímetro Urbano (%)
Vegetação Nativa	367,14	71,31	81,89	43,78
Agricultura/Pastagem	71,96	13,98	40,62	21,72
Reflorestamento	2,43	0,47	0,33	0,18
Área Urbanizada	69,28	13,46	60,32	32,25
Rios e Águas	4,04	0,78	3,89	2,08
Total	514,85	100	187,05	100

Fonte: REFOSCO (2000)

Observa-se na Tabela 2 que o valor total da área do município de Blumenau difere em 4,92 km² com a área total atual, sendo esta diferença atribuída a base cartográfica utilizada por Refosco (2000). Saliencia-se que a área total oficial do município de Blumenau é de 519,8 km².

Comparando os resultados atuais da classificação para o município como um todo, com a classificação de Refosco (2000) para o ano de 1997 (Figura 3), percebe-se que houve uma diminuição da Vegetação Nativa em 9,0%, um aumento da área de Reflorestamento em 142,4%, um aumento da Área Urbanizada em 31,5%, diminuição da cobertura de Rios e Águas em 13,6% e um aumento da classe Agricultura/Pastagem em 18,6%.

Figura 3. Comparação entre os valores percentuais de cobertura para o município como um todo, obtidos na classificação de uso do solo atual (2014) e os valores obtidos por Refosco (2000), para o ano de 1997, em percentagem.



A área compreendida pelo perímetro urbano totaliza 206,81 km², ou seja, quase 40% da superfície total do município. Em 1997 eram 187 km², ou seja, 36% da superfície do município.

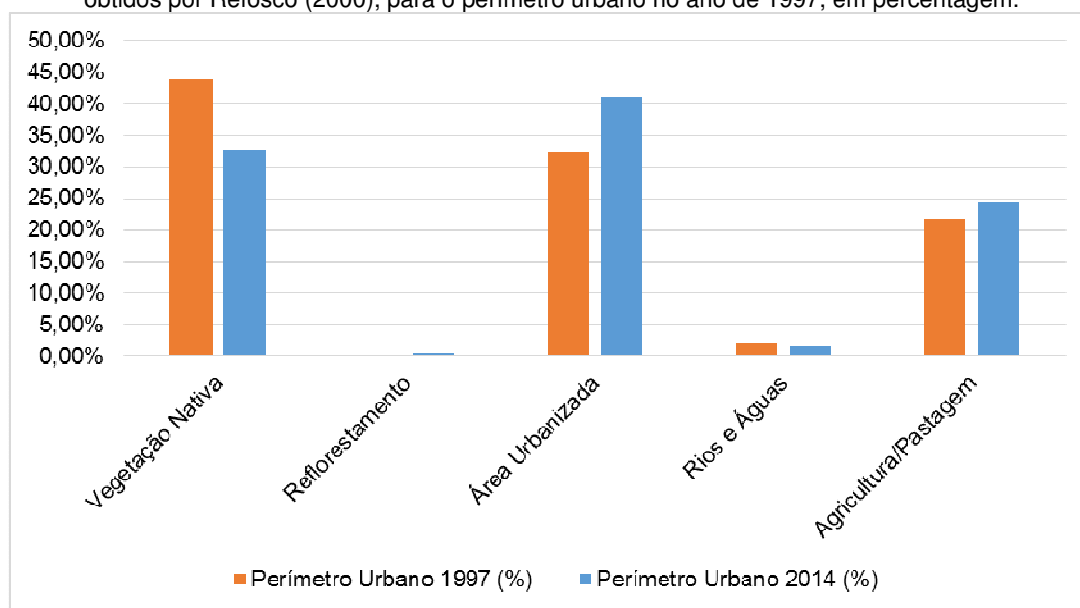
Esse aumento na área do perímetro urbano se deu por conta de alterações ocorridas no ano de 2006. O bairro Petrópolis foi incorporado ao Centro, o bairro Fortaleza Alta foi criado (desmembrado do bairro Fortaleza), o bairro Velha Central foi criado (desmembrado do bairro Velha). Blumenau tem atualmente 35 Bairros que apresentam grande variação entre eles em termos de superfície.

A área total compreendida pelo perímetro urbano atualmente tem 41% de Área Urbanizada e 33% de Cobertura Vegetal Natural. Em 1997 eram 32% de Área Urbanizada e 44% de Cobertura Vegetal Natural. Os resultados de Refosco (2000) para o ano de 1997 apresentavam um equilíbrio entre a superfície urbanizada e a coberta por vegetação natural, pois havia mais Cobertura Vegetal e menos Área Urbanizada no perímetro urbano. Os resultados atuais mostram uma inversão, sendo que hoje existe mais Área Urbanizada e menos Cobertura Vegetal no perímetro urbano.

A tendência é que a Cobertura Vegetal Natural no perímetro urbano se estabilize e permaneça próximo de 30%, uma vez que a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (Lei da Mata Atlântica) determinou que o percentual de vegetação nativa preservada nas áreas urbanas deve ser de 30% para as florestas em estágio médio de regeneração, que são a maioria das florestas no perímetro urbano. É importante monitorar essa diminuição da Cobertura Vegetal Natural no perímetro urbano, pois se diminuir para abaixo de 30% é necessário avaliar o efetivo cumprimento da legislação.

Ainda dentro do perímetro urbano, as classes Agricultura/Pastagem contam hoje com 24% da superfície total, contra 22% em 1997, Reflorestamento com 0,38% contra 0,18% em 1997 e Rios e Águas com 1,65% contra 2,08 em 1997 (Figura 4).

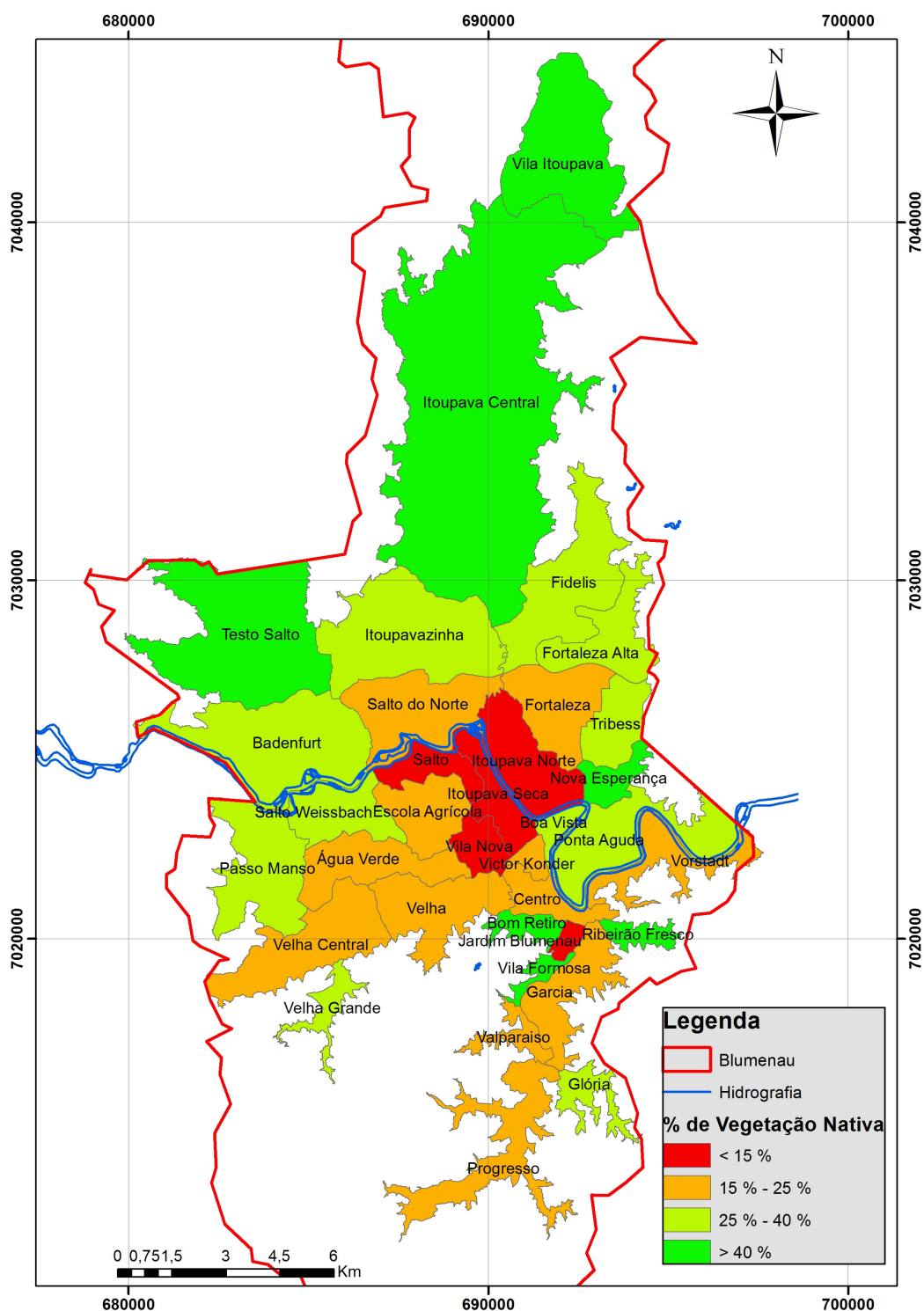
Figura 4. Comparação entre os valores obtidos na classificação de uso do solo atual (2014) e os valores obtidos por Refosco (2000), para o perímetro urbano no ano de 1997, em percentagem.



Com relação ao percentual de cobertura de vegetação nativa atualmente, os bairros com os maiores valores (> 40%) são Vila Itoupava, com 68%, seguido por Vila Formosa, com 59%, Ribeirão Fresco com 49%, Bom Retiro com 48%, Nova Esperança com 46% e Itoupava Central, com 41%. Na Figura 5 é possível visualizar que os bairros com maior percentual de cobertura de vegetação nativa estão localizados na região norte do município. Refosco (2000) já trazia estes bairros como sendo os que mais possuíam cobertura de Vegetação Nativa no ano de 1997, porém o percentual desta cobertura era maior do que atualmente.

Os bairros com os menores valores de cobertura de vegetação nativa atualmente são Itoupava Norte, com 6%, seguido por Vila Nova com 8%, Jardim Blumenau com 9%, Itoupava Seca com 10% e Salto com 13%.

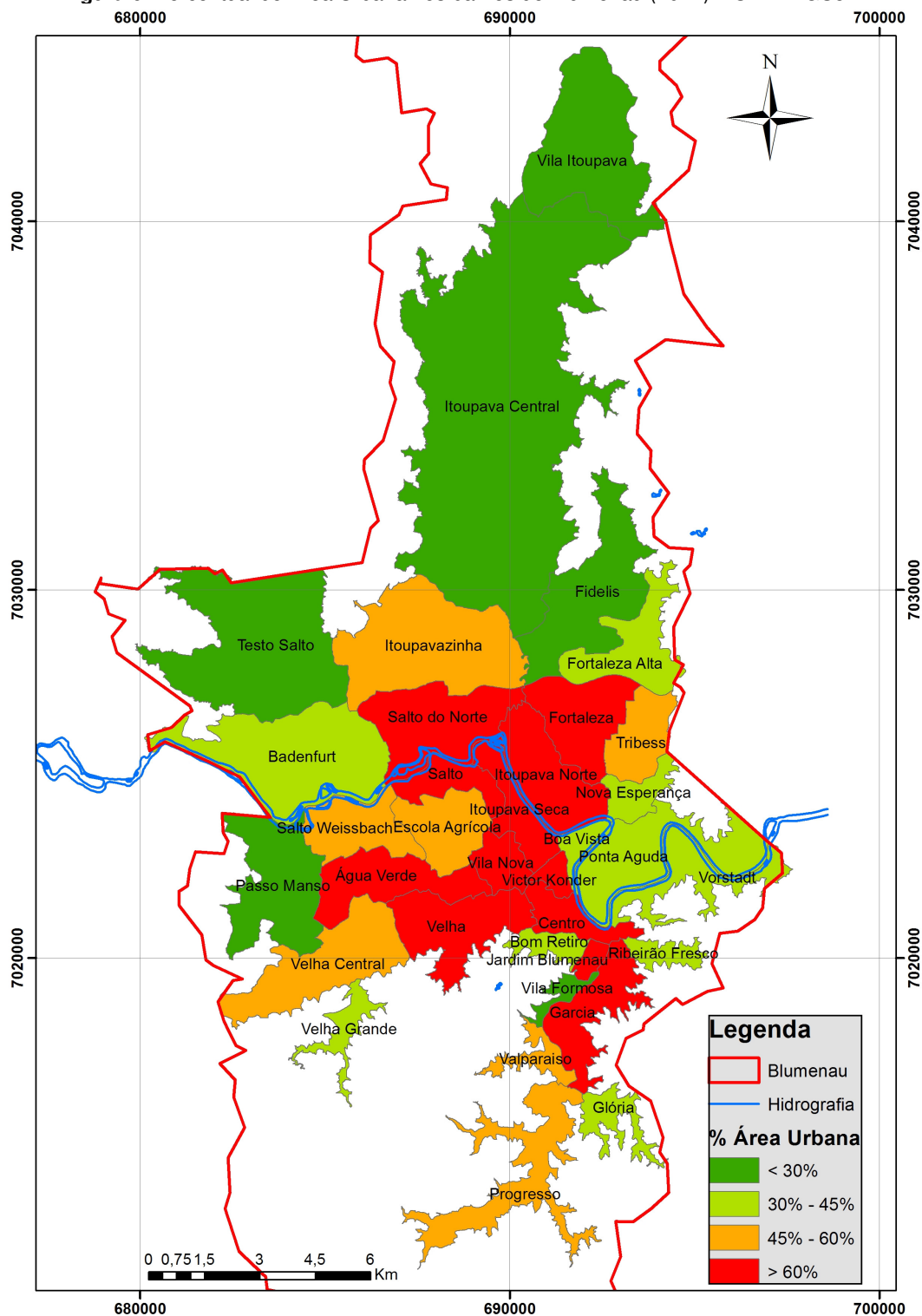
Figura 5. Percentual de Vegetação Nativa nos bairros de Blumenau (2014) – UTM WGS84.



Para a Área Urbanizada, os bairros que apresentaram os maiores valores de cobertura (> 60%) atualmente são: Vila Nova, com 87%, Victor Konder, com 82%, Itoupava Norte, com 80%, Jardim Blumenau com 79%, Centro e Garcia, ambos com 69%, Salto com 68%, Itoupava Seca e Fortaleza, ambos com 67%, Água Verde e Velha, ambos com 64% e Salto do Norte com 61%. Com relação aos resultados de Refosco (2000) para o ano de 1997, com exceção dos bairros Vila Nova, Victor Konder e Jardim Blumenau, todos ou outros tiveram aumento em seus percentuais de Área Urbanizada.

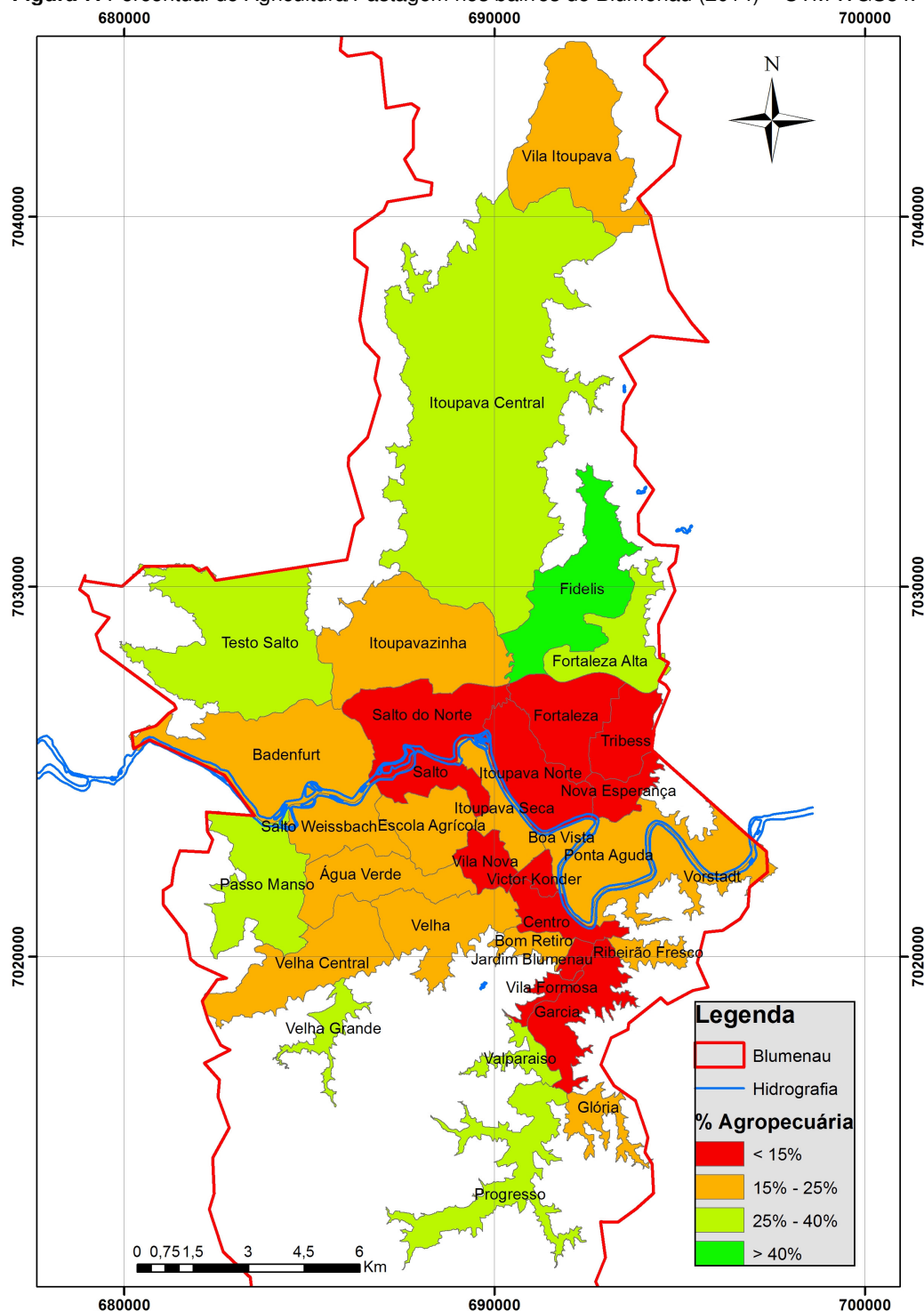
Os menores valores para o percentual de Área Urbanizada foram para: Vila Itoupava, com 10%, Texto Salto e Fidelis, ambos com 22%, Itoupava Central com 26%, Vila Formosa com 27% e Passo Manso com 30%. Na Figura 6 é possível visualizar esta distribuição, onde fica evidente que os bairros da região norte e oeste ainda possuem áreas para o desenvolvimento urbano e seu crescimento continuará ocorrendo para estas regiões. Os bairros da região central e sul do município já estão saturados e seu crescimento tem se verticalizado nos últimos anos.

Figura 6. Percentual de Área Urbana nos bairros de Blumenau (2014) – UTM WGS84.



Para a classe Agricultura/Pastagem, os bairros que tiveram os maiores valores de cobertura foram: Fidélis, com 46%, Testo Salto, com 36%, Itoupava Central, com 33%, Fortaleza Alta, com 29% e Velha Grande, Passo Manso e Valparaíso, todos com 28%. Na Figura 7 é possível ver que os bairros mais afastados da região central são os que possuem maior cobertura de Agricultura/Pastagem.

Figura 7. Percentual de Agricultura/Pastagem nos bairros de Blumenau (2014) – UTM WGS84.



Comparando com os dados de Refosco (2000), os bairros Fidélis, Testo Salto e Itoupava Central continuam tendo os maiores percentuais de Agricultura/Pastagem, porém este

percentual atualmente é maior do que em 1997. Isto demonstra que nestes últimos anos vem ocorrendo uma conversão das áreas de Vegetação Nativa em Agricultura/Pastagem, motivados pela especulação imobiliária, onde a região norte do município precisa de terras “limpas” para seu crescimento urbano.

Os bairros que apresentam o menor percentual de Agricultura/Pastagem são Victor Konder, com 2%, Vila Nova, com 5%, Itoupava Norte com 8% e Centro com 9%.

Os percentuais de Reflorestamento e Rios/Águas não foram significantes no perímetro urbano, portanto não foram analisados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Refosco (2000) diz que os bairros próximos ao centro têm como característica predominante o alto percentual da classe Área Urbanizada e pequeno percentual das demais classes. Os resultados da análise da cobertura atual continuaram mostrando esta característica, sendo que os bairros com maiores percentuais de Vegetação Nativa e Agricultura/Pastagem estão afastados da região central.

Através da análise dos dados, é notável que o crescimento da área urbana vem ocorrendo nos bairros da região Norte, como já previsto por Refosco (2000), porém, alguns bairros da região Sul, como Garcia e Glória e da região central, como o Vorstadt, apresentaram aumento de Área Urbanizada. Isso se deu provavelmente pelo aumento da área destes bairros ocorrida em 2006 (aprovação do novo plano diretor), promovendo conseqüentemente o aumento do perímetro urbano, criando desta forma novas áreas para ocupação por Área Urbanizada nestes bairros.

Apesar do aumento da área urbanizada nos bairros da região Norte, eles ainda apresentam mais cobertura de vegetação nativa que os da região central e que alguns bairros da região sul. Porém, analisando os dados percebe-se que ocorreu uma diminuição na Vegetação Nativa em todos os bairros da região Norte e um aumento na área de Agricultura/Pastagem, pois já é previsto o crescimento urbano para estas regiões e é necessário ter terrenos “limpos” para este desenvolvimento.

A diminuição observada da área de vegetação nativa e aumento de área urbanizada no perímetro urbano é uma informação importante para os gestores municipais, pois deve-se ficar atento para que o percentual de vegetação nativa no perímetro urbano não reduza abaixo do percentual estipulado pela Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006 (Lei da Mata Atlântica), para preservação da vegetação nativa em área urbana.

Apesar do aumento na área de Reflorestamento no município em geral, o percentual de área reflorestada ainda é pequeno. Se observa nesse sentido que é possível desenvolver esta atividade nas áreas atualmente classificadas como Agricultura/Pastagem, uma vez que na região do Vale do Itajaí existem muitas serrarias que acabam utilizando a matéria-prima proveniente de municípios vizinhos.

Por fim, neste estudo se percebeu a grande utilidade das imagens do satélite Landsat-8 para o monitoramento da cobertura do solo e auxílio no planejamento urbano municipal. Este satélite recebeu melhorias em seus sensores em comparação com as gerações anteriores e apresenta uma grande vantagem por fornecer imagens gratuitas, de grande resolução espectral, boa resolução temporal e média resolução espacial.

REFERÊNCIAS

BLASCHKE, Thomas; KUX, Herman. **Sensoriamento remoto e SIG avançados**: novos sistemas sensores, métodos inovadores. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

BLUMENAU, Prefeitura Municipal. **Processo de Revisão do Plano Diretor de Blumenau (PDB) 2005/2006**. Blumenau/SC. Setembro, 2005.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publishers, 1998.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Spring: Tutorial de Geoprocessamento: Classificação de imagens.** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/teoria/aula5.pdf>>. Acesso em; 20 de dezembro de 2014.

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. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/cgtg/ISIMGEO/CD/html/Fotogrametria%20e%20Sensoriamento%20Remoto/Artigos/f048.pdf>>. Acesso em 03 de janeiro de 2015.

REFOSCO, J.C.; SOSNOZKI, J.C. **Avaliação Multitemporal da cobertura do solo do município de Blumenau através de sensoriamento remoto.** Blumenau: FURB, 1997. Relatório de Iniciação Científica.

REFOSCO, J.C. Análise do uso e cobertura do solo em Blumenau – SC, utilizando Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. **Revista de Estudos Ambientais**, v.2, n.2-3, p.56-67, mai/dez 2000.