

TÉCNICAS ORIENTADAS AO OBJETO PARA LEVANTAMENTO DA FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA SUB-BACIA ALTO IGUAÇU, PARANÁ

Ângela Maria Klein HENTZ¹, Ana Paula Dalla CORTE¹, Christopher Thomas BLUM¹, Carlos Roberto SANQUETTA¹

(1) Departamento de Ciências Florestais – Universidade Federal do Paraná - Av. Lothário Meissner, 3400 – Jardim Botânico, Curitiba – PR, Brasil. CEP: 80210–170. Endereço eletrônico: angelakhentz@gmail.com; anapaulacorte@gmail.com; ctblum.ufpr@gmail.com; carlos_sanquetta@hotmail.com.

Introdução
Material e métodos
Área de estudo
Processamento das Imagens
Classificação Orientada à Objetos
Acurácia do Mapeamento
Análises espaciais dos fragmentos
Resultados e Discussão
Classificação Orientada ao Objeto
Áreas Florestais Mapeadas na Sub-bacia Alto Iguaçu
Conclusão
Referências

RESUMO - Neste trabalho foram desenvolvidas técnicas de classificação orientada ao objeto para o levantamento da fragmentação florestal na sub-bacia hidrográfica Alto Iguaçu, no Paraná. Utilizaram-se cenas do satélite Landsat 8 do ano de 2013. A classificação foi realizada em dois níveis de processamento com diferentes escalas de segmentação, o primeiro com 30 pixels para diferenciar áreas florestais e não florestais, e o segundo, com 10 pixels para diferenciar três classes de áreas florestais: floresta secundária em estágio inicial (FSEI), floresta secundária em estágio médio/avançado (FSEMA) e reflorestamentos (R). O desempenho foi avaliado pelo índice Kappa e exatidão global, com 60 amostras avaliadas em campo. Cerca de 46,95% da sub-bacia correspondia a áreas florestais, das quais 11,93% de FSEI, 28,95% de FSEMA e 6,06% de reflorestamentos. Foram identificados os municípios que compõem a sub-bacia, sendo realizadas análises a fim de identificar as proporções de áreas preservadas para cada. O desempenho destas estimativas foi considerado muito bom, tendo valores de confusão global de 0,88 e índice Kappa de 0,8, indicando que as técnicas orientadas conseguiram retratar as formações vegetais da área em questão. A cobertura florestal foi considerada alta quando comparada a outros trabalhos, no entanto, a fragmentação destas áreas, também foi evidente.

Palavras-chave: Mapeamento, Segmentação, Floresta Secundária.

ABSTRACT - *Technical Object-based to the Mapping of Forest Fragmentation in Sub-Basin Alto Iguaçu river, Paraná.* In this work were developed Object-based classification techniques for mapping of forest fragmentation on the sub basin of Alto Iguaçu, Paraná. Were used satellite Landsat scenes 8 of the year 2013. The classification was performed in two processing levels with different segmentation scales, in the first level were used 30 pixels to differentiate forest and non forest areas, and in the second level were used 10 pixels to differentiate three forest classes: secondary forest in initial stage (SFIS), secondary forest in intermediate/advanced stage (SFIAS) and reforestation (R). The performance was evaluate by Kappa and global accuracy, with 60 samples evaluated on site. Approximately 46.95% of the sub-basin corresponded to forest remnants, of which 11.93% in SFIS, 28.95% in SFIAS, and 6.06% reforestation. The cities that compose the sub-basin were identify, and the analysis performed to identify the proportions of preserved areas for each city. The performance of these estimates was considered very good, the global accuracy value was 0.88 and the Kappa index was 0.8, indicating that the oriented techniques managed to portray the vegetation of the area. The forest cover was consider high when compared to other studies, however, the fragmentation of these areas was also evident.

Keywords: Mapping, segmentation, Secondary forest.

INTRODUÇÃO

A expansão das atividades antrópicas sobre os ecossistemas naturais é uma realidade presente há muito tempo no Brasil. Com a maior demanda de áreas para as atividades econômicas, muito da riqueza natural do país vem sendo eliminada por meio de desmatamentos e queimadas, apesar da existência de legislação que regulamenta a supressão da vegetação, como o Decreto 5.975 de 30 de novembro de 2006 (Brasil, 2006).

Uma das principais consequências dos desmatamentos é a formação de uma paisagem altamente fragmentada, na qual as ilhas de florestas remanescentes ficam isoladas por grandes áreas de pasto, plantações ou outros ambientes alterados (Delamônica et al., 2001). Considera-se que o processo global de fragmentação de habitats é, possivelmente, a mais profunda alteração causada pelo homem ao meio ambiente (Reis & Conceição, 2010).

No caso do Bioma Mata Atlântica, uma das maiores florestas tropicais das Américas, conforme Ribeiro et al. (2011), hoje restam apenas 8,5 % de remanescentes florestais acima de 100 hectares do que existia originalmente (Fundação SOS Mata Atlântica, 2014). Após anos de fiscalização a taxa de desmatamento vem apresentando um decréscimo acentuado a partir dos anos 2000, segundo os dados da Fundação SOS Mata Atlântica & INPE (2013), apesar de observar-se que em 2012 houve um pequeno aumento nesta taxa, e dentre os estados, o Paraná apresentou a segunda maior taxa de desmatamento do período.

Apesar destes dados sobre remanescentes, é difícil saber realmente o quanto está protegido, pois os estudos executados em geral baseiam-se em metodologias distintas e portanto apresentam resultados divergentes em muitos pontos. Da mesma forma, trabalhos como da Fundação SOS Mata Atlântica & INPE (2013) são disponibilizados de forma geral para o bioma ou para estados, e devido a heterogeneidade de ocupação de cada região, é muito generalista fazer estimativas para dados locais com esses valores.

Observam-se em muitos casos técnicas de classificação muito superficiais, como a classificação automática e supervisionada, que não consideram a informação espacial contida nas imagens, e portanto vem dando lugar a processos que visam o uso de informações contextuais e menor rigidez na atribuição dos pixels às classes, como os classificadores por regiões (Campos, 2005). Dentre os

classificadores destaca-se a classificação orientada ao objeto, na qual é feita a criação de hierarquias dentro do *software* que direcionam a classificação de acordo com as informações relevantes que o usuário introduzir no sistema (Abdalla & Furtado, 2013). Desta forma, este tipo de classificação pode trazer benefícios em ambientes heterogêneos e complexos (Almeida et al., 2014). Além disso, observa-se que este método é muito útil para sensores de baixa e média resolução, devido a dependência mútua entre objetos, definida como rede semântica espacial (Rosenfeldt & Loch, 2013).

A sub-bacia do Alto Iguaçu é uma das 3 sub-bacias que fazem parte, parcialmente, do Comitê da Bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira (SEMA, 2007). A sua área apresenta menos de 2% do território paranaense e concentra cerca de 30% da população do Estado (IPARDES, 2013). Devido à alta urbanização de sua área, observa-se que, principalmente nos entornos da capital, a densidade de remanescentes de vegetação protegida é baixa, o que acarreta diversos problemas ambientais, como proteção inadequada aos recursos hídricos (IPARDES, 2013).

Dentro deste contexto, esse trabalho teve como objetivo principal o desenvolvimento de técnicas de classificação orientadas ao objeto para o levantamento das áreas florestais encontrados na sub-bacia Alto Rio Iguaçu, no Paraná, para o ano de 2013, além de analisar a distribuição espacial destas áreas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O limite da área de estudo, sub-bacia do Alto Iguaçu foi obtido em formato vetorial no Instituto das Águas do Paraná (2014), e compreende um total 1.026.094,61 ha. A sub-bacia Alto Iguaçu é uma das três principais subdivisões da bacia do Rio Iguaçu, a qual compreende uma superfície de aproximadamente 70.800 km² e se localiza no Paraná (mais de 80% de sua área) além de ao norte de Santa Catarina e na Argentina (SEMA, 2013).

A sub-bacia encontra-se no domínio da Floresta Ombrófila Mista (FOM), em quase sua

totalidade, que destaca-se pela presença de *Araucaria angustifolia*, que ocupava originalmente uma área de 7.378.000 ha ou 37% da superfície original do território paranaense (Maack, 1981), da qual restavam em 2001 cerca de 25% da sua cobertura original (FUPEF, 2001). Na sub-bacia ainda são encontradas pequenas regiões de ocorrência da Floresta Ombrófila Densa (FOD), e áreas de Estepe Gramíneo Lenhosa (ITCG, 2009). O clima da região é Cfb, além de área de transição entre Cfa e Cfb (ITCG, 2008).

Processamento das imagens

Para a classificação da vegetação foram utilizadas imagens do satélite Landsat 8, sendo necessárias duas cenas do mesmo (220/078 de 08/09/2013 e 221/078 de 30/08/2013). As imagens foram obtidas no site do Serviço Geológico Americano (USGS, 2014).

O satélite Landsat 8 foi lançado em 11 de fevereiro de 2013, e os dados captados estão disponíveis para *download* no endereço eletrônico do USGS (*United States Geological Survey*). O satélite Landsat 8 destaca-se dos seus antecessores por apresentar maior número de bandas, no total de 11 bandas, além do menor tempo de reincidência, registrando por dia 400 cenas (150 a mais que o Landsat 7), e portanto aumentando a possibilidade de recobrimento sem nuvens da superfície mapeada (NASA, 2012).

As bandas utilizadas neste trabalho, foram RGB:654 (Infravermelho Médio, Infravermelho Próximo e Vermelho), além da banda pancromática. A primeira etapa do trabalho consistiu em fazer a fusão entre as bandas coloridas, com 30 metros de resolução espacial, e a banda pancromática, com 15 metros de resolução espacial, obtendo-se assim como resultado as 3 bandas coloridas de interesse na resolução de 15 metros. A fusão de bandas foi executada no *software* Envi 4.7 (Exelis Vis, 2009) a partir da transformação HSV (*hue*, *saturation* e *value*). Pela técnica de fusão HSV três bandas espectrais de baixa resolução espacial são transformadas do espaço RGB de cores para o espaço HSV, após o qual a componente V é substituída pela banda de alta resolução (Madani, 2013).

Após a fusão foi realizado o cruzamento das cenas com o limite da área de estudo, a fim de recortar as imagens para o limite de abrangência do estudo. As cenas recortadas foram então georreferenciadas, utilizando-se arquivos vetoriais de rodovias e cursos de água, obtidos pelo Departamento Nacional de Transito (DNIT, 2014) e Agência de Águas do Paraná (2014).

O georreferenciamento foi realizado no *software* Envi 4.7 (Exelis Vis, 2009) e foram utilizados aproximadamente 35 pontos em cada cena. A transformação geométrica deu-se pela aplicação de um polinômio de primeiro grau, e a reamostragem utilizada foi a do vizinho mais próximo. A escolha do método do vizinho mais

próximo justifica-se porque apesar deste método não ter o melhor efeito visual, este é o que melhor preserva os valores digitais originais, desta forma sendo o método indicado em casos nos quais a imagem sofrerá classificação posterior (Crosta, 1992).

Classificação orientada à objetos

Para a construção da classificação orientada ao objeto utilizou-se o *software* Definiens Professional 5.01 (Definiens, 2006), sendo identificados temas que permitissem a separação nas classes de interesse. Para tanto, a classificação foi dividida em dois níveis, em que no primeiro classificou-se áreas florestais e não-florestais. No segundo nível, a classe denominada áreas florestais foi subdividida em mais três classes: Floresta Secundária em Estágio Inicial (FSEI), Floresta Secundária em Estágio Médio/Avançado (FSEMA) e Reflorestamentos.

As áreas florestais nativas foram avaliadas com base na Resolução do CONAMA nº 2 de 1994 (Brasil, 1994), e adaptada para as duas classes de vegetação nativa consideradas neste estudo. Consideraram-se como reflorestamento as áreas onde haviam plantios homogêneos, independentemente da composição ser de espécies exóticas ou nativas.

É importante ressaltar que na Classificação Orientada ao Objeto, o primeiro procedimento realizado é a segmentação, que permite definir regiões homogêneas que apresentam alguma propriedade local aproximadamente constante em toda sua extensão (Schoeninger et al., 2008). O procedimento de segmentação elaborado pelo programa eCognition (ou Definiens) é conhecido como *Multiresolution Segmentation*, e nele são utilizados parâmetros que controlam a segmentação, sendo estes a escala que determina o tamanho médio dos objetos, e os dois critérios de homogeneidade baseados nos valores espectrais e na forma, sendo esta última definida em função da compacidade dos objetos e da suavidade das bordas (Campos & Lingnau, 2003).

Para o primeiro nível realizou-se segmentação com escala de 30 pixels e com os valores de 0,9 para cor, 0,1 para forma, 0,5 compacidade e 0,5 para textura. Posteriormente, foram coletadas amostras visuais das áreas florestais e não florestais a partir da imagem

segmentada. Das amostras selecionadas, foram definidas equações para diferenciar estas duas classes.

O processo para o segundo nível foi semelhante ao primeiro, porém desta vez definiu-se uma escala de segmentação mais detalhada, de 10 pixels, e desta forma mudanças mais sutis foram detectadas em comparação ao primeiro nível, possibilitando a diferenciação das classes das áreas florestais.

Os parâmetros avaliados na imagem para a seleção das amostras foram principalmente cor, formato e textura, de maneira que caracterizaram-se as classes da seguinte forma: FSEI: textura lisa, tonalidade verde claro e sem formato padrão; FSEMA: textura rugosa, tonalidade verde médio ou escuro e sem formato padrão; e Reflorestamento: textura lisa, tonalidade verde escuro e formato com bordas retas.

Acurácia do mapeamento

Após a classificação de todos os fragmentos nas classes, foi calculada a acurácia do mapeamento, a partir dos índices Kappa e exatidão global. Para o cálculo destes índices foi necessário realizar uma verificação em campo, na qual foram sorteados 60 pontos aleatórios sobre a área classificada como áreas florestais, e estes pontos foram visitados a fim de confirmar qual classes de vegetação eles apresentavam. Desta forma, foi possível comparar a verdade de campo com a classificação realizada.

Análises espaciais dos remanescentes

Depois de mapeadas todas as áreas florestais, foram ainda realizadas algumas análises complementares quanto à sua distribuição. Avaliaram-se características dos fragmentos de acordo com sua classe: FSEI, FSEMA e Reflorestamentos. Analisou-se também a distribuição de florestas nos municípios englobados na sub-bacia, para tanto utilizou-se o arquivo vetorial de municípios disponível no endereço eletrônico do IBGE (2013).

Além do que, no intuito de observar quais as áreas remanescentes encontram-se protegidas, fez-se a sobreposição dos fragmentos com as áreas protegidas encontradas na sub-bacia. Para tanto utilizaram-se arquivos vetoriais de unidades de conservação (as quais contemplam principalmente Áreas de Proteção Ambiental e Florestas Nacionais) disponibilizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2014), assim como as áreas públicas da região metropolitana (como parques e bosques protegidos), disponível pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPUC, 2012).

Também avaliou-se a distribuição dos fragmentos por classes de tamanho, a fim de avaliar áreas de maior preservação, e sua relação com o número de áreas encontradas. Neste caso utilizaram-se três classes de tamanho: pequeno (< 100 ha), médio (entre 100 e 500 ha) e grande (maior que 500 ha), adaptadas de Tabarelli et al. (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação orientada ao objeto

As etapas de pré-processamento das cenas permitiram obter imagens com qualidade satisfatória para a aplicação do processo de classificação. Dessa forma, aplicou-se a primeira segmentação, na qual conseguiu-se separar claramente as áreas florestais das demais categorias de uso, conforme Figura 1, apesar de não ser possível diferenciar os tipos destas.

Após essa segmentação foram coletadas amostras de áreas florestais e não florestais, as

quais permitiram elaborar as regras de decisão para a classificação destes dois temas. Observa-se que as classes de áreas florestais e não florestais foram facilmente delimitadas, com destaque para a diferenciação obtida na banda 6 (infravermelho médio). Devido à grande heterogeneidade da classe de áreas não florestais, decidiu-se que esta corresponderia à todas as feições não enquadradas em áreas florestais, e portanto utilizou-se a função inversa.

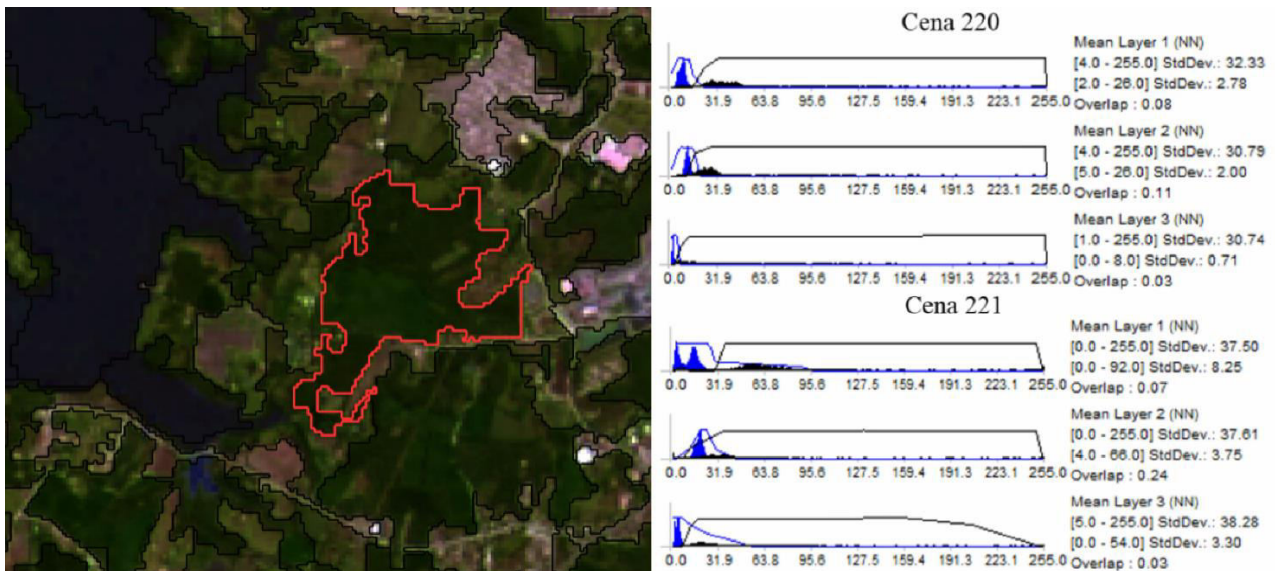


Figura 1. Segmentação e regra de decisão para o primeiro nível da classificação. Em que: áreas florestais (azul do histograma) e não florestais (preto do histograma).

Desta forma após aplicada a classificação, foi realizada a segunda segmentação, com a escala de 10 pixels, na qual é possível observar os diferentes tipos florestais presentes. Os limites das classes de florestais foram bem delimitados (Figura 2), assim como já observado por outros autores, que destacam que o método de segmentação multiresoluções do *software* Definens é bastante acurado em comparação a outros métodos (Liu et al., 2015), e destaca-se por permitir flexibilidade em tamanhos objeto de saída (Batz & Schäpe, 2000).

Da mesma forma, o processo de segmentação executado pelo Definens é muito importante no sentido que consegue mesclar informações distintas, como parâmetros morfológicos e espectrais, como observado por Liu et al. (2015). Esse tipo de combinação pode

ser útil para mapear elementos característicos de certos locais, como áreas de vegetação inundada (Dronova et al., 2015; Renó et al., 2011), áreas montanhosas (Campos et al., 2010), detecção de mudanças (Platt & Schoennagel, 2009), assim como monitoramentos multitemporais (Jiao et al., 2014).

Foram então selecionadas amostras das classes FSEI, FSEMA e reflorestamentos, e criadas as regras de decisão conforme a Figura 3. A figura 2 apresenta ainda o resultado da classificação da área em destaque, onde é perceptível que o mesmo polígono que no primeiro nível foi identificado como uma região homogênea, neste segundo nível foi dividido em várias regiões, que foram classificadas em tipos florestais distintos.



Figura 2. Segmentação e resultado da classificação orientada ao objeto.

As escalas de segmentação aqui utilizadas, de 30 e 10 pixels, são consideradas adequadas tanto pela boa separação de objetos nas imagens, como também é utilizada em outros estudos, como Luz et al. (2010), que considerou

em seu processo 3 níveis, sendo as escalas mais adequadas 30, 20 e 10 pixels, sendo a escala de 10 pixels utilizada para diferenciar os tipos de áreas florestais, da mesma forma que aplicado neste estudo.

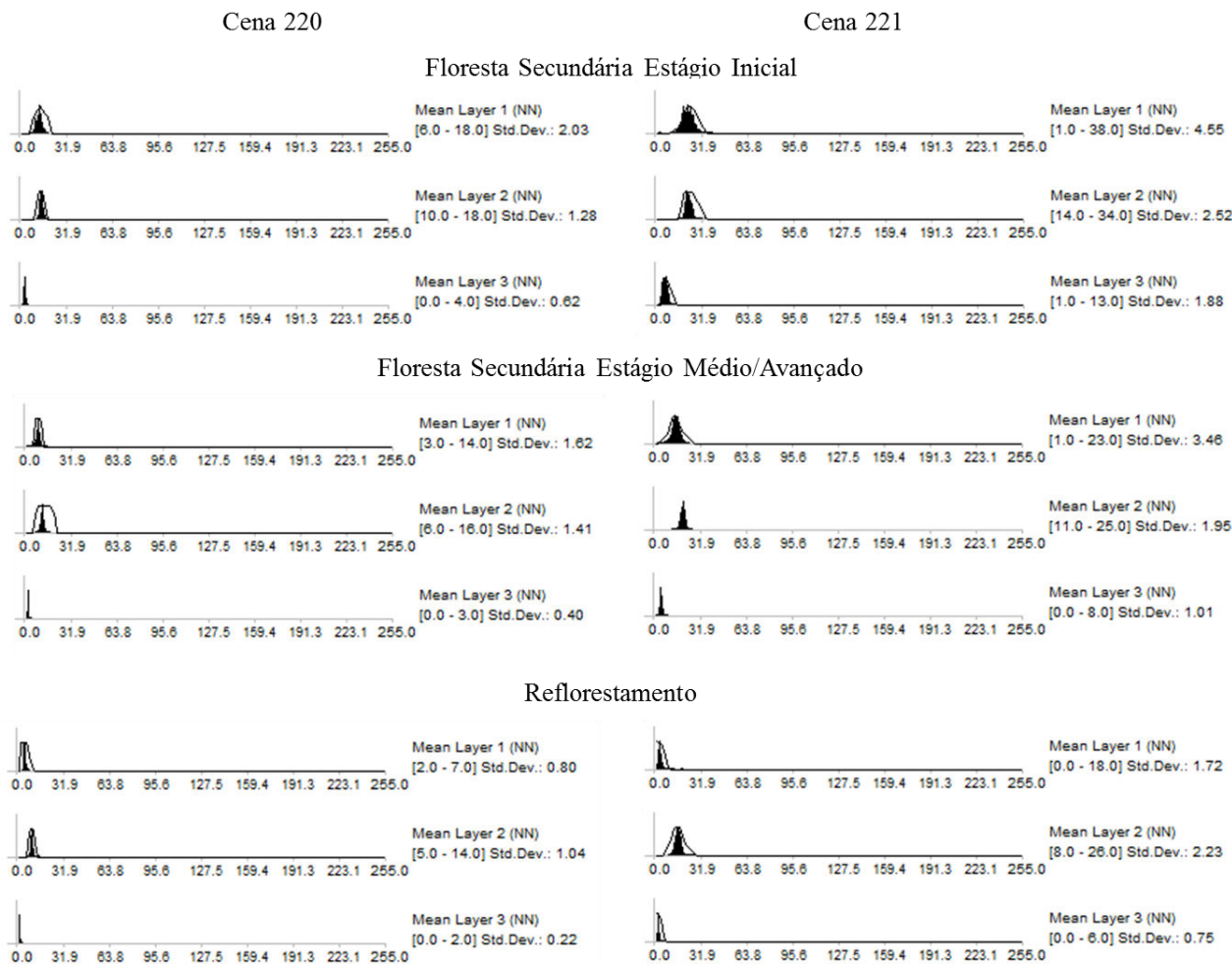


Figura 3. Regras de decisão utilizadas no segundo nível de classificação.

Observa-se na figura 3 que em alguns casos não foram utilizadas todas as bandas para definir uma classe, já que a resposta espectral das áreas florestais, mesmo em seus diferentes estágios, em alguns casos se mesclava. Para a cena 220 a classe FSEI se diferenciou melhor das outras duas classes na banda 6, enquanto que a classe FSEMA foi melhor separada na banda 5, e o reflorestamento se diferenciou das outras classes nas bandas 6 e 5. Na cena 221 todas as classes se diferenciaram claramente em todas as bandas (6, 5 e 4).

Destaca-se que conforme Luz et al. (2010) a criação da rede semântica é um processo

bastante intuitivo, fazendo sentido sob o ponto de vista das características das imagens e do comportamento espectral dos alvos, e também quanto à interpretação da cena, dessa forma, o resultado das regras de decisão é distinto para cada situação, variando de acordo com a área de estudo, o sensor utilizado, e os objetivos da classificação.

De posse das regras de decisão foi aplicada a classificação orientada ao objeto, e então foi possível detalhar a distribuição das áreas florestais na sub-bacia Alto Iguazu relativa ao ano de 2013, conforme Figura 4.

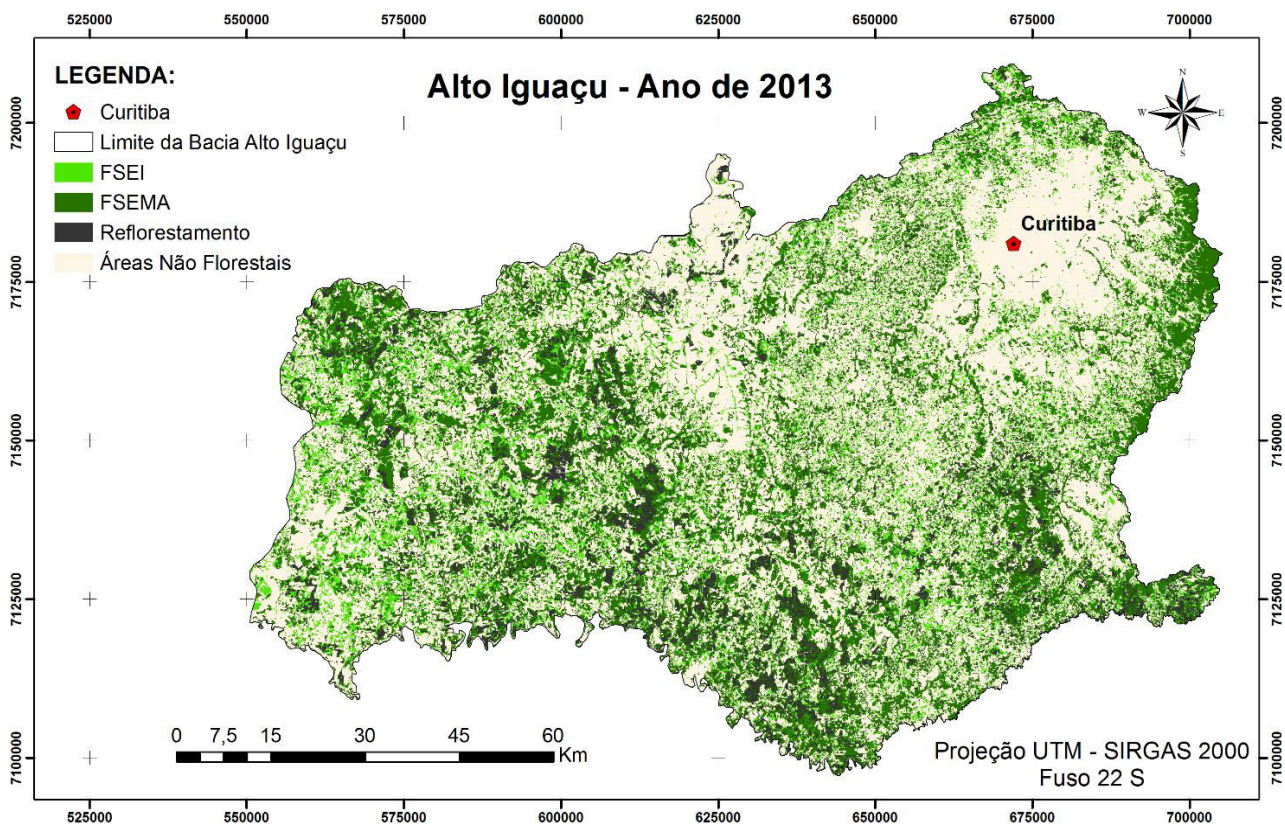


Figura 4. Classificação das áreas florestais da sub-bacia hidrográfica Alto Iguaçu, ano de 2013.

A partir da matriz de confusão elaborada pela comparação entre a verdade de campo e a classificação, calculou-se o valor da confusão global como sendo de 0,88 e o índice Kappa de 0,8. Este valor de Kappa, segundo a classificação elaborada por Landis & Koch

(1977), permite considerar a classificação como muito boa. Da mesma forma, os valores de acurácia foram calculados para cada classe, baseando-se nas categorias de produtor e usuário, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Matriz de confusão global da classificação orientada ao objeto.

Classificação	Realidade			Σ	Acurácia	
	FSEI	FSEMA	R		Do produtor	Do usuário
FSEI	13	3	1	17	0,81	0,76
FSEMA	3	31		34	0,91	0,91
R			9	9	0,90	1,00
Σ	16	34	10	60	-	-

Resultados semelhantes quanto a acurácia de classificações utilizando a orientação ao objeto normalmente são encontradas, podendo-se citar trabalhos como Furtado et al. (2013) que atingiram índice Kappa de 0,78 considerando várias classes de uso, e valores de 0,88 e 0,68 para os índices Kappa condicional ao usuário e ao produtor, respectivamente, referentes à classe de vegetação arbórea. No presente trabalho, o pior valor de acurácia foi observado para o usuário referente à classe FSEI de 0,76, e o maior valor foi observado na classe

Reforestamento, também para o usuário, com valor 1.

Por outro lado, em casos onde a classificação é utilizada para classificação de outros objetos, como áreas urbanas por exemplo, verifica-se que os resultados podem ser inferiores, como observado no trabalho de Alves et al. (2009), que obtiveram valor Kappa de variando de 0,26 a 0,55 para diferenciar áreas urbanizadas e não urbanizadas, resultado explicado pela heterogeneidade de padrões existente em classes como esta, fato que não

ocorre com tanta intensidade em mapeamentos de vegetação, dados os valores de acurácia de outros trabalhos já citados.

Ainda quanto a acurácia do método de classificação orientada ao objeto, destaca-se que o valor atingido foi muito alto, pois são encontrados valores abaixo deste em classificações com imagens de alta resolução, como os 0,76 de Kappa encontrado por Campos et al. (2010) utilizando imagens Quickbird. Esse mesmo trabalho porém destaca valores de acurácia do produtor e usuário de 0,95 e 0,88, respectivamente, para a classe de árvores. Outro resultado semelhante foi encontrado por Luz et al. (2010) que aponta uma acurácia total de 0,84 utilizando imagens do satélite SPOT com 5 metros de resolução.

Quanto a estudos utilizando-se da classificação orientada aos objetos com imagens da série Landsat, encontram-se em geral bons resultados, como os valores de 0,77 e 0,75 encontrado por Renó et al. (2011) para mapear desmatamentos em dois anos distintos utilizando imagens dos satélites Landsat 2 e 5, respectivamente. Da mesma forma, Fernandes et al. (2012) obtiveram índice Kappa de 0,72 para diferenciar tipologias do cerrado, assim como Piazza & Vibrans (2014), para

classificação de florestas secundárias, obtiveram índice Kappa de 0,84. Dessa forma, pode-se dizer que a utilização de cenas da série Landsat para classificações orientadas ao objeto fornece bons resultados, assim como verificado neste estudo.

É importante destacar que os valores de acurácia altos encontrados neste trabalho podem também ser resultado da fusão realizada, que conforme observado por autores como Campos et al. (2010), promove melhores valores de Kappa em comparação às imagens não fusionadas, no caso deste autor tratando-se de imagens Quickbird fusionadas com dados LiDAR.

Áreas florestais mapeadas na sub-bacia Alto Iguaçu

Dado o exposto, considerou-se a classificação satisfatória e calcularam-se os valores das áreas de cada categoria, conforme Tabela 2. Ressalta-se que neste estudo optou-se por trabalhar com polígonos com área mínima de 1 hectare, conforme a definição de floresta da UNFCCC (2001), portanto áreas menores foram excluídas antes do cálculo final de cada classe.

Tabela 2. Áreas e Percentuais das áreas mapeadas, para a sub-bacia hidrográfica Alto Iguaçu, referente ao ano de 2013.

Classes	Área total		Área protegida		
	(ha)	%	(ha)	%	
Áreas Florestais	FSE Inicial	122.428	11,93	11.720	1,14
	FSE Médio/Avançado	297.099	28,95	35.477	3,46
	Reflorestamentos	62.229	6,06	3.908	0,38
	Total	481.757	46,95	51.105	4,98
Não Florestais	Áreas Não Florestais	544.337	53,05	-	-
TOTAL		1.026.094	100	-	-

Os resultados encontrados foram: 481.757,07 ha de áreas florestais e 544.337,55 ha de áreas não florestais, desta forma, 46,95% da sub-bacia apresenta cobertura florestal e um pouco mais que a metade (aproximadamente 53%) corresponde às áreas onde não há florestas. Da mesma forma, as áreas florestais são compostas em maior número por áreas de floresta secundária, principalmente do estágio médio/avançado (28,95%), enquanto que a classe de reflorestamentos é a classe menos

expressiva, compondo pouco mais de 6% do total da área.

Apesar do total de áreas florestais da sub-bacia comporem quase metade de sua área, é importante observar sua distribuição espacial. Observa-se que a região nordeste da sub-bacia, onde localiza-se a capital e toda a região metropolitana, apresenta pouca densidade de áreas florestais, em contraste da região centro-sul, onde há maior densidade de vegetação arbórea. Da mesma forma, no limite nordeste da sub-bacia é observada uma grande

concentração de fragmentos de floresta secundária em estágio médio/avançado.

Além destes, na tabela foram incluídos os dados de áreas protegidas, sendo que inclui-se nesta categoria tanto as unidades de conservação, como parques estaduais e municipais, bosques, florestas públicas, áreas de interesse ecológico, entre outras, desde que consideradas de alguma maneira como protegidas. A partir da sobreposição destas com os remanescentes encontrados, calculou-se que cerca de 4,98% da área da sub-bacia Alto Iguaçu apresenta áreas florestais protegidas, das quais a maior parte compõe-se da classe de floresta secundária em estágio médio/avançado. Apesar disso, nessas áreas também foram encontrados quase 4 mil hectares de plantios homogêneos, os quais perfazem cerca de 0,38% da área da sub-bacia.

Ao fazer uma comparação deste resultado com valores na literatura é possível entender um pouco da dinâmica das áreas florestais nesta região. O relatório da Fundação SOS Mata Atlântica & INPE (2013) relata que no Paraná existem somente 11,8% da original cobertura da Mata Atlântica, o que corresponde em área a aproximadamente 2.324.370 ha, referente ao ano de 2012, valor que se difere do atual devido às diferentes escalas de trabalho assim como os métodos de classificação aplicados. Dados relativos à sub-bacia, publicados pelo IPARDES (2013) descrevem que nos anos de 2010-2012, encontraram-se 5,15% de florestas plantadas, 8,62% de florestas nativas e ainda apresenta uma classe denominada de integração lavoura, pecuária e floresta alterada com 58,90% ocupação. Justifica-se a não utilização de classe de floresta primária devido a sua escassez, sendo considerada por muitos pesquisadores como inexistente nos dias atuais, como colocado por Sanquetta & Matei (2006).

De maneira geral outros estudos apontam valores de FSEMA menores do que os encontrados neste trabalho, podendo-se citar os 14% encontrados na área de domínio da FOM (FUPEF, 2001 citado por Sanquetta & Matei, 2006), assim como os 14,47% encontrados pelo PROBIO (2007) relativos ao estado do Paraná como um todo. A hipótese que explica esta diferença de valores é a inclusão das áreas aluviais na classe de FSEMA adotada neste trabalho. Em muitos estudos estas áreas são

consideradas como iniciais devido às suas características de menor porte, que são consequência da inundação dessas áreas em parte do ano, padrão observado por Silva et al. (2012). Apesar disso as espécies características de florestas aluviais correspondem à formação média ou avançada conforme dados do IBGE (2012) e Scheer & Blum (2011), portanto justifica-se seu melhor enquadramento na classe de FSEMA.

De forma contrária, Doubrawa et al. (2014) encontraram para a bacia hidrográfica Iguaçu referente ao ano de 2010, os valores de ocupação relativa à área da bacia, de 3,97, 32,60 e 3,57%, para as classes FSEI, FSEMA e reflorestamento, respectivamente. Portanto o valor de FSEMA no estudo de Doubrawa et al. (2014) foi superior. As diferenças podem ser explicadas devido a área de estudo maior no estudo de Doubrawa et al. (2014), o que acarreta concentrações distintas de áreas florestais, porém é possível também que a bacia Iguaçu como um todo apresente alta proporção de florestas em estágios mais avançados. Destaca-se também que o estudo de Doubrawa et al. (2014) também trabalhou com dados segmentados, ao contrário dos demais trabalhos citados, e portanto pode-se supor que essa técnica favorece a identificação mais precisa desse tipo de vegetação, dados os altos valores de acurácia encontrados em ambos trabalhos.

Na área da sub-bacia Alto Iguaçu encontram-se 27 municípios (Tabela 3), total ou parcialmente dentro da sub-bacia, dos quais foi calculada a proporção de áreas florestais nativa e plantada, em relação a sua área dentro da sub-bacia.

O município com maior proporção de área nativa (em relação a sua área dentro da sub-bacia) foi Piraquara, seguido de Quatro Barras, os dois com 54,35 e 53,93% de área com florestas nativas. Já quanto a área de reflorestamentos, o município com maior proporção foi Rio Negro, seguido de Campo do Tenente, com 17,42 e 15,30% de reflorestamentos respectivamente. Esses valores de cobertura florestal podem ser explicados devido à presença das Áreas de Proteção Ambiental (APA's) Estaduais do Piraquara e do Iraí (em Quatro Barras). Quanto às áreas de reflorestamento, os municípios de Rio Negro e Campo do Tenente apresentam, segundo o

mapeamento do PROBIO (Castela & Britez, 2004) os valores de 9.399,6 e 3.704,5 ha,

respectivamente, valores próximos aos encontrados no presente estudo.

Tabela 3. Total de áreas e percentuais de áreas florestais nativas e reflorestamentos nos municípios integrantes da sub-bacia Alto Iguaçu.

Município	% sub-bacia	Áreas Florestais Nativas			Reflorestamento		
		(ha)	% área município	% sub-bacia	ha/hab.	(ha)	% área
Lapa	100	89.680,6	42,75	8,74	2,00	15072,3	7,19
São João do Triunfo	95,6	35.229,7	51,26	3,43	2,69	5448,6	7,93
Rio Negro	100	29.343,4	48,50	2,86	0,94	10542,7	17,42
São Mateus do Sul	53,9	28.361,3	39,25	2,76	1,28	3203,9	4,43
São José dos Pinhais	71,7	27.185,9	40,03	2,65	0,14	418,3	0,62
Antônio Olinto	100	21.477,9	45,86	2,09	2,92	4316,4	9,22
Tijucas do Sul	65,3	20.505,4	46,79	2,00	2,16	4788,0	10,93
Mandirituba	100	18.191,9	48,02	1,77	0,82	3883,5	10,25
Quitandinha	100	18.005,3	40,31	1,76	1,05	2795,9	6,26
Araucária	100	16.859,4	35,92	1,64	0,14	304,9	0,65
Piên	100	12.644,2	49,28	1,23	1,13	1024,5	3,99
Campo do Tenente	100	12.420,8	40,79	1,21	1,74	4659,4	15,30
Piraquara	91,9	11.233,0	54,35	1,10	0,13	145,6	0,70
Campo Largo	20,9	10.505,9	40,54	1,02	0,45	311,1	1,20
Contenda	100	10.247,7	34,65	1,00	0,65	267,3	0,90
Balsa Nova	98,9	9.722,2	28,21	0,95	0,87	1115,9	3,24
Palmeira	16,2	9.324,5	39,26	0,91	1,80	1046,7	4,41
Almirante Tamandaré	71,5	6.933,7	49,96	0,68	0,09	315,8	2,28
Agudos do Sul	100	6.387,4	33,09	0,62	0,77	1472,7	7,63
Curitiba	100	6.193,5	14,24	0,60	0,00	12,2	0,03
Porto Amazonas	88	4.719,6	28,73	0,46	1,19	502,1	3,06
Colombo	61,5	4.434,7	36,57	0,43	0,03	233,0	1,92
Fazenda Rio Grande	100	3.313,9	28,38	0,32	0,04	123,9	1,06
Campo Magro	26,2	2.942,8	40,88	0,29	0,45	101,8	1,42
Quatro Barras	22,2	2.162,9	53,93	0,21	0,49	17,7	0,44
Campina Grande do Sul	3,9	849,1	39,92	0,08	0,56	70,6	3,32
Pinhais	100	649,8	10,68	0,06	0,01	33,5	0,55
Total da Sub-bacia	-	419.527,8	-	40,88	0,149	62.229,0	6,06

Da mesma forma, ao se analisar a área de floresta (considerando-se as áreas florestais nativas) por habitante, observamos que todos os municípios da sub-bacia apresentam valores superiores ao mínimo considerado de área verde por habitante, de 12 m². Esse valor de 12 m² normalmente é referenciado como sendo difundido pela Organização Mundial da Saúde (OMS), porém autores comentam que essa informação não é oficial (Cavalheiro & Del Picchia, 1992).

O município com menor relação de floresta por habitante é Curitiba, com aproximadamente 40m² por habitante, valores coerentes com os 64,5 m²/habitante estimados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente (2012), considerando áreas verdes em geral. O

município com maior área florestada por habitante é Antônio Olinto com 29.210 m²/hab., seguido por São João do Triunfo, com aproximadamente 26.900 m²/hab.

A análise espacial desses indicativos, Figura 5, permite identificar certos padrões regionais, como por exemplo, verifica-se que toda a área próxima à capital (região nordeste) tem baixíssima proporção de reflorestamentos, assim como na maioria dos casos baixa relação de floresta nativa por habitante. Por outro lado, vários municípios da região metropolitana têm alta proporção de floresta nativa (relativas à sua área dentro da bacia), como Piraquara e Almirante Tamandaré. Outra região com alta densidade de áreas florestais compreende o extremo sul da bacia, com destaque para os

municípios Rio Negro e Piên, ambos com também alta densidade de reflorestamentos.

Além de analisar a presença ou não de áreas florestais na sub-bacia, é importante avaliar algumas características dos fragmentos, os quais permitem inferir sobre a conservação dos remanescentes da floresta original. A área dos fragmentos é uma das principais características

para avaliar seu grau de conservação, e em geral, o parâmetro mais importante para explicar as variações de riqueza de espécies (Pirovani et al., 2014). Na Tabela 4 são apresentadas algumas características dos fragmentos de áreas florestais consideradas, em relação à área e número de fragmentos destas.

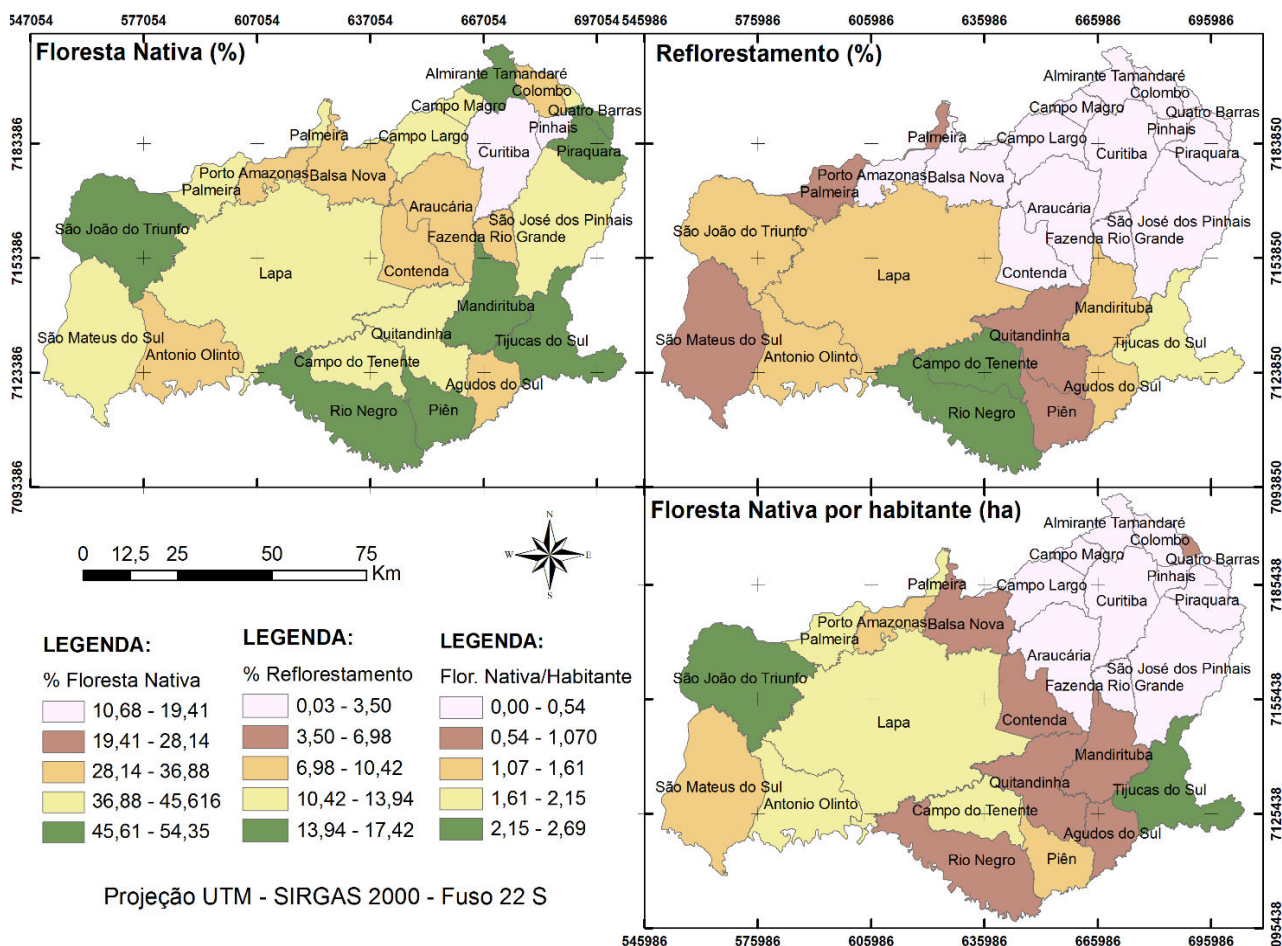


Figura 5. Relação entre percentual de floresta nativa, reflorestamento e área de floresta nativa por habitante, para os municípios integrantes da sub-bacia do Alto Iguaçu, PR, 2013.

Tabela 4. Características de área e número de fragmentos das classes florestais mapeadas.

Classes	Tamanho	Nº	Área (ha)				
			Área total	Média	Máximo	Mínimo	Desvio
Inicial	>500	18.403	113.869,94	6,19	99,85	1,01	8,33
	100-500	45	7.350,33	163,34	446,42	100,37	73,49
	<100	2	1.208,05	604,02	613,01	595,03	8,99
Total		18.450	122.428,32	6,63	613,01	1,01	13,46
Médio/Avançado	>500	11.556	127.684,02	11,05	99,34	1,01	14,91
	100-500	371	74.809,69	201,64	481,45	100,69	99,53
	<100	67	94.605,80	1.412,03	8.275,79	512,41	1.318,31
Total		11.994	297.099,51	24,77	8.275,79	1,01	148,75
Reflorestamentos	Total	4.414	62.229,24	14,09	936,15	1,01	34,11
TOTAL		34.858	481.757,07	13,82	8.275,79	1,01	89,02

Pode-se verificar que a classe FSEI apresenta o maior número de fragmentos, estes porém são os que apresentam menor média de área, assim como menor valor de área máxima e de desvio padrão. Ou seja, os fragmentos desta classe apresentam-se com valores de área pouco variável, atingindo no máximo 613 hectares. Estas áreas podem ser explicadas como áreas que até pouco tempo atrás eram antropizadas porém que por algum motivo foram abandonadas e iniciou-se a regeneração.

Da mesma forma a classe com o maior valor médio dos fragmentos é a classe FSEMA, provavelmente porque nesta classe encontram-se as áreas protegidas, que de uma maneira geral são áreas grandes. Estima-se que a sub-bacia do Alto Iguaçu tenha aproximadamente 13% de seu território Protegida por UC's (Unidades de Conservação), tanto por UC's de proteção integral como de uso sustentável

(IPARDES, 2013). Os reflorestamentos, conforme esperado, apresentam o menor número de fragmentos, visto que em geral quando são realizados plantios estes se dão em áreas relativamente concentradas.

Ainda, a maior parte dos fragmentos de floresta encontram-se na menor classe de tamanho (menor que 500 ha), e essa concentração é mais evidente ainda na classe FSEI. Esse padrão de apresentar um número maior de fragmentos em classes de tamanho pequenas é observado pela maioria dos autores, e é destacado por Gascon et al. (2000 segundo Tabarelli et al., 2012), que comentam que paisagens antrópicas frequentemente apresentam poucos fragmentos grandes (>500ha) de floresta madura (e em muitos casos nem há essa categoria) e muitos fragmentos pequenos (<100ha) já bastante alterados pelos efeitos de borda.

CONCLUSÃO

A técnica de classificação Orientada ao Objeto mostrou-se muito eficiente para mapear as áreas florestais da sub-bacia em questão, obtendo altos valores de acurácia. Apesar de utilizarem-se imagens de média resolução foi possível identificar pequenas áreas florestais e verificar que existe uma grande proporção de cobertura florestal na área, ainda que alguns estudos apontem valores menores.

Após a realização de todas as etapas propostas foi possível concluir que na sub-bacia do Alto Iguaçu existem 481.757,07 ha de áreas florestais, cerca de 46,95% do total da sua área, num total de 34.858 fragmentos de floresta.

Destas áreas 11,93% foram classificadas como floresta secundária em estágio inicial, 28,95% como floresta secundária em estágio médio/avançado e 6,06% como reflorestamentos.

Ao analisar espacialmente a distribuição dos fragmentos encontrados, percebe-se uma grande concentração de fragmentos de floresta secundária em estágio médio/avançado no limite leste da sub-bacia, assim como uma concentração de fragmentos de grande tamanho nesta mesma área. Essa concentração pode ser explicada pela presença de diversas Unidades de Conservação na região.

REFERÊNCIAS

1. ABDALLA, L. dos S; FURTADO, L.F. de A. Incorporação do conhecimento através da lógica fuzzy para a classificação de imagem óptica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais....** São José dos Campos, 2013. p. 8208-8215.
2. ALMEIDA, A.S. de; WERNECK, G.L; RESENDES, A.P da C. Classificação orientada a objeto de imagens de sensoriamento remoto em estudos epidemiológicos sobre leishmaniose visceral em área urbana. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 8, p. 1639-1653, 2014
3. ALVES, C.D.; PEREIRA, M.N.; FLORENZANO, T.G.; MARCELHAS e SOUZA, I. de. Análise Orientada a Objeto no Mapeamento de Áreas Urbanas com Imagens Landsat. **Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 15, n. 1, p.120-141, 2009.
4. BAATZ, M. & SCHÄPE, A. Multiresolution Segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: STROBL, J. et al. (eds.). **Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII**. Wichmann, Heidelberg, p. 12-23, 2000.
5. BRASIL. Decreto Nº 5.975 de 30 de novembro de 2006. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 30 nov. 2006.
6. BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente. Resolução nº 2, de 18 de Março de 1994. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 1994.p. 170 – 172.
7. BRASIL. DNIT – Departamento Nacional de Trânsito. **Altas e Mapas**. 2014. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>>. Acessado em: 14out2014.
8. BRASIL. Ministério Do Meio Ambiente (MMA) **Download de dados geográficos**. 2014. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acessado em: 14out2014.

9. CAMPOS, M.A.A. **Padrão e Dinâmica de Floresta Tropical, Através de Classificação Orientada à Objeto e da Análise da Paisagem com Imagens Landsat**. Curitiba, 2005. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
10. CAMPOS, M.A.A.; LINGNAU, C. Classificação Orientada a Objeto Para Análise Fractal da Paisagem na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2003, Belo Horizonte. **Anais....** São José dos Campos, 2003. p. 2023-2025.
11. CAMPOS, N.; LAWRENCE, R.; McGLYNN, B.; GARDNER, K. Effects of LiDAR-Quickbird fusion on object-oriented classification of mountain resort development. **Journal of Applied Remote Sensing**, v. 4, p. 1-14, 2010.
12. CASTELA, P.R. & BRITTEZ, R.M.A. **floresta com araucária no Paraná: conservação e diagnóstico dos remanescentes florestais**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente - MMA, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - FUFEP, 236 p., 2004.
13. CAVALHEIRO, F. & DEL PICCHIA, P.C.D. Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4. 1992, Vitória, ES. **Anais...** v. 1. Vitória, 1992 p. 29 – 38.
14. CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 154 p., 1992.
15. CURITIBA – Instituto de Planejamento Urbano de Curitiba - IPU. **Mapas**. 2012. Disponível em: <http://www.ippuc.org.br/default.php>. Acessado em 04fev2015.
16. CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Notícias da Prefeitura de Curitiba**. 2012. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/indice-de-area-verde-passa-para-645-m2-por-habitante/25525>>. Acessado em: 06out2014.
17. DEFINIENS. **Definiens Professional**. v. 5.01. Germany, 2006.
18. DELAMÔNICA, P.; LAURANCE, W.F.; LAURANCE, S.G.A. Fragmentação da Paisagem. In: OLIVEIRA, A.A. de; DALY, D.C. **As Florestas do Rio Negro**. São Paulo, Companhia das Letras: UNIP, p. 285-301, 2001.
19. DOUBRAWA, B.; SANQUETTA, C.R.; CORTE, A.P.D.; HENTZ, Â.M.K. Remoção de CO₂ Associada à Dinâmica da Cobertura Florestal na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu no Período 2000-2010. **Interciencia**, v. 39, n. 8, p. 562-569, 2014.
20. DRONOVA, I.; GONG, P.; WANG, L.; ZHONG, L. Mapping dynamic cover types in a large seasonally flooded wetland using extended principal component analysis and object-based classification. **Remote Sensing of Environment**, v. 158, p. 193–206, 2015.
21. EXELIS VISUAL INFORMATION SOLUTIONS. **Environment for Visualizing Images - ENVI**. v. 4.7, USA, 2009
22. FERNANDES, R.R.; NUNES, G.M.; SILVA, T.S.F. Classificação orientada a objetos aplicada na caracterização da cobertura da terra no Araguaia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 9, p.1251-1260, 2012
23. FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. **Conservação do bioma floresta com araucária: relatório final – Diagnóstico dos remanescentes florestais**. Curitiba, FUFEP, 121 p., 2001.
24. FUNDAÇÃO SOS Mata Atlântica: **A Nossa Causa**. 2014. Disponível em: < <http://www.sosma.org.br/nossa-causa/a-mata-atlantica/>>. Acessado em 07set2014.
25. FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Relatório Técnico: Período 2011-2012**. São Paulo, 61 p. 2013.
26. FURTADO, L.F. de A.; FRANCISCO, C.N.; ALMEIDA, C.M. de. Análise de Imagem Baseada em Objeto para Classificação das Fisionomias da Vegetação em Imagens de Alta Resolução Espacial. **Geociências**, v. 32, n.3, p.441-451, 2013.
27. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 271 p. 2012.
28. IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Downloads Geociências**. 2013. Disponível em: < http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>. Acessado em: 04fev2015.
29. JIAO, X.; KOVACS, J.M.; SHANG, J.; McNAIRN, H.; WALTERS, D. MAB, B.; GENG, X. Object-oriented crop mapping and monitoring using multi-temporal polarimetric RADARSAT-2 data. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 96, p. 38–46, 2014.
30. LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, Arlington, v. 33, p.159-174, 1977.
31. LIU, J.; LI, P.; WANG, X. A new segmentation method for very high resolution imagery using spectral and morphological information. **Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 101, p. 145–162, 2015.
32. LUZ, N.B.; ANTUNES, A.F.B.; TAVARES JÚNIOR, J.B. Segmentação Multirresolução e Classificação Orientada a Objetos Aplicados a Imagens Spot-5 para o Mapeamento do Uso da Terra. **Floresta**, v. 40, n. 2, p. 429-446, 2010.
33. MADANI, A. Assessment and Evaluation of Band Ratios, Brovey and HSV Techniques for Lithologic Discrimination and Mapping Using Landsat ETM+ and SPOT-5 Data. **International Journal of Geosciences**, v. 5, p. 5-11, 2014.
34. NASA. **Landsat Data Continuity Mission: Continuously Observing Your World**. 2012. Disponível em: <http://landsat.gsfc.nasa.gov/wp-content/uploads/2012/12/LDCM_Brochure_Dec20121.pdf>. Acessado em: 08set2014.
35. MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3ª edição. Curitiba, Imprensa Oficial, 440 p., 2002.
36. PARANÁ – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG). **Dados e informações geoespaciais temáticos**. Clima – Estado do Paraná. 2008. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>>. Acessado em: 16nov2014.
37. PARANÁ – Instituto de Terras, Cartografia e Geociências (ITCG). **Dados e informações geoespaciais temáticos**. Formações Fitogeográficas - Estado do Paraná. 2009. Disponível em: <<http://www.itcg.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9#>>. Acessado em: 16nov2014.
38. PARANÁ. Instituto Águas do Paraná. **Mapas e Dados Espaciais**. 2014. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=78>>. Acessado em: 14out2014.
39. PARANÁ. IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Indicadores de desenvolvimento sustentável por bacias hidrográficas do Estado do Paraná**. Curitiba, 2013.
40. PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA. **Plano da Bacia do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira**. Relatório de Diagnóstico. Curitiba, 93 p. 2007.
41. PARANÁ – Secretaria Do Meio Ambiente E Recursos Hídricos (SEMA). **Bacias Hidrográficas do Paraná, uma Série Histórica**. 2013 Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/BACIAS/iguacu.pdf>>. Acessado em: 12jun2014.

42. PIAZZA, G.A. & VIBRANS, A.C. Classificação Orientada a Objetos para Mapear Florestas Secundárias em Santa Catarina, Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66, n. 5, p. 993-1005, 2014.
43. PIROVANI, D.B.; SILVA, A.G. da; SANTOS, A.R. dos; CECÍLIO, R.A.; GLERIANI, J.M.; MARTINS, S.V. Análise Espacial de Fragmentos Florestais na Bacia do Rio Itapemirim, ES. **Revista Árvore**, v. 38, n. 2, p. 271 – 281, 2014.
44. PLATT, R.V. & SCHOENNAGEL, T. An object-oriented approach to assessing changes in tree cover in the Colorado Front Range 1938–1999. **Forest Ecology and Management**, v. 258, p. 1342–1349, 2009.
45. PROBIO - Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. **Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica, Relatório Final**. Rio de Janeiro, Brasil. 84 p. 2007.
46. RENÓ, V.F.; NOVO, E.M.L.M.; SUEMITSU, C.; RENNÓ, C.D.; SILVA, T.S.F. Assessment of deforestation in the Lower Amazon floodplain using historical Landsat MSS/TM imagery. **Remote Sensing of Environment**, v. 115, p. 3446–3456, 2011.
47. REIS, C.S.; CONCEIÇÃO, G.M. Aspectos florísticos de um fragmento de vegetação, localizado no município de Caxias, Maranhão, Brasil. **Scientia Plena**, v. 6, n. 2, p.1-17, 2010.
48. RIBEIRO, M.C.; MARTENSEN, A.C.; METZGER, J.P.; TABARELLI, M.; SCARANO, F.; FORTIN, M. The Brazilian Atlantic Forest: A Shrinking Biodiversity Hotspot. In: Frank E. Zachos; Jan Christian Habel. (Org.). **Biodiversity Hotspots: Distribution and Protection of Conservation Priority Areas**. Berlin: Springer-Verlag, p. 405-434, 2011.
49. ROSENFELD, Y.A.Z & LOCH, C. O Uso de Imagens Multitemporais para o Planejamento Urbano e Caracterização de Áreas Irregulares. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 6, p. 1153-1166, 2013.
50. SANQUETTA, C.R. & MATTEI, E. **Perspectivas de Recuperação e Manejo Sustentável das Florestas de Araucária**. Curitiba: Multi-Graphic, 264 p. 2006.
51. SCHEER, M.B; BLUM, C.T. Arboreal Diversity of the Atlantic Forest of Southern Brazil: From the Beach Ridges to the Paraná River. In: GRILLO, O. (Ed.). **The Dynamical Processes of Biodiversity - Case Studies of Evolution and Spatial Distribution**. Intech, p. 109-134, 2011.
52. SCHOENING, E.R.; KOEHLER, H.S.; WATZLAWICK, L.F.; OLIVEIRA, P.C. DE. Uso de redes neurais artificiais como uma alternativa para mapeamento de biomassa e carbono orgânico no componente arbóreo de florestas naturais. **Ambiência**, Guarapuava, v. 4, n. 3, p. 529-539, 2008.
53. SILVA, A.C.; HIGUSHI, P.; BERG, E.V.D.; NUNES, M.H.; CARVALHO, D.A. de. **Florestas Inundáveis: ecologia, florística e adaptações das espécies**. Lavras: Ed. da UFLA, 168 p. 2012.
54. TABARELLI, M.; AGUIAR, A.V.; RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P. A conversão da floresta atlântica em paisagens antrópicas: lições para a conservação da diversidade biológica das florestas tropicais. **Interiencia**, Caracas, v. 37, n. 2, p. 88-92, 2012.
55. UNFCCC - United Nation Framework Convention on Climate Change. **Report of The Conference of The Parties on Its Seventh Session, Held At Marrakesh From 29 October To 10 November 2001**. Addendum, 2001. Part Two: Action Taken by The Conference of The Parties. 69 f. Disponível em: <<http://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a01.pdf#page=54>>. Acessado em: 14out2014.
56. USGG. **Earth Explorer**. 2014. Disponível em: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acessado em: 14out2014.

*Manuscrito recebido em: 01 de Abril de 2015
Revisado e Aceito em: 22 de Julho de 2015*