



ESTADO DO PARANÁ
Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA)
Instituto Ambiental do Paraná (IAP)
Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI)
Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR)

**Análise do
Cadastro Ambiental Rural do Paraná e
Serviços Tecnológicos
(SICAR-PR)**

Relatório de Atividades: Rel. Técnico 4.1

Período: Março, Abril e Maio de 2018

Versão 01

(Referente ao Contrato de Gestão celebrado entre Governo do Estado, por intermédio da SEMA/IAP e da SETI/SIMEPAR)

SECRETARIA DO
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

SECRETARIA DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

IAP 
Instituto Ambiental do Paraná

SIMEPAR
Tecnologia e Informações Ambientais

Junho de 2018

Sumário

1	CADASTRO AMBIENTAL RURAL: CONTEXTO	3
2	PERÍODO DO 4º RELATÓRIO	5
3	SERVIÇOS TECNOLÓGICOS E PRODUTOS	6
3.1	Mosaico das imagens WorldView 2	6
3.2	Mapa de Uso e Cobertura da Terra Landsat/OLI (ano base 2016)	7
3.2.1	Análise de acurácia do mapa de uso e cobertura da terra Landsat/OLI 2016	8
3.2.2	Estimativas de Áreas Landsat/OLI 2016.....	11
4	SERVIÇOS TECNOLÓGICOS E PRODUTOS (ADICIONAIS)	13
4.1	Bases Cartográficas Compatibilizadas.....	13
4.2	Funcionalidades do GeoSiCAR PR.....	13
4.3	Camadas de Informação Novas ou Atualizadas	14
5	PRODUTOS DO RELATÓRIO TÉCNICO 4.1 DESEMBOLSOERRO! INDICADOR NÃO DEFIN	
6	REFERÊNCIAS	15

Tabelas

Tabela 2.1	Números dos relatórios, trimestres e respectivos meses do Projeto.....	5
Tabela 3.1.1	Características das imagens WorldView 2	6
Tabela 3.2.1.1	Matriz de confusão para as classes temáticas classificação LANDSAT/OLI 2016	11
Tabela 3.2.2.1	Estimativas de área de classes de uso e cobertura Landsat/OLI 2016	11
Tabela 5.1	Produtos do Relatório Técnico 4.1 e valores	Erro! Indicador não definido.

Figuras

Figura 1.1	Etapas do Cadastro Ambiental Rural (CAR)	4
Figura 3.1.1	Mosaico WorldView 2, ano de 2012/2013 do Estado do Paraná	7
Figura 3.2.1	Mapeamento do uso e cobertura da terra com imagens LANDSAT/OLI, ano de 2016 no Estado do Paraná	8
Figura 3.2.1.1.	Distribuição espacial de amostras para validação pelo método de amostragem aleatória proporcional.....	9

**Análise do
Cadastro Ambiental Rural do Paraná e
Serviços Tecnológicos
(SICAR-PR)**

Relatório de Atividades: Rel. Técnico 4.1

Período: Março, Abril e Maio de 2018

Versão 01

(Referente ao Contrato de Gestão celebrado entre Governo do Estado, por intermédio da SEMA/IAP e da SETI/SIMEPAR)

1 CADASTRO AMBIENTAL RURAL: CONTEXTO

(o texto desta seção consta no Plano de Trabalho do referido Contrato de Gestão)

O Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um dos instrumentos do Ministério do Meio Ambiente (MMA) para a gestão ambiental do território nacional. O CAR é fundamental para auxiliar o processo de regularização ambiental de propriedades e posses rurais. Consiste no levantamento de informações georreferenciadas do imóvel, com delimitação das seguintes áreas:

- Áreas de Preservação Permanente (APP);
- Reserva Legal (RL);
- Remanescentes de vegetação nativa;
- Área rural consolidada;
- Áreas de interesse social e de utilidade pública.

O objetivo é criar um mapa digital a partir do qual são obtidas as áreas para diagnóstico ambiental.

Trata-se de uma ferramenta importante para auxiliar no planejamento do imóvel rural e na recuperação de áreas degradadas. Através do CAR será possível fomentar a formação de corredores ecológicos e a conservação dos demais recursos naturais, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental. O CAR está sendo implementado pelos governos estaduais e os cadastros resultantes serão gerenciados pelo MMA, Serviço Florestal Brasileiro.

No governo federal, a política de apoio à regularização ambiental é executada de acordo com a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que criou o CAR em âmbito nacional, e de sua regulamentação por meio do Decreto nº 7.830, de 17 de outubro de 2012, que criou o Sistema de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), que integrará o CAR de todas as Unidades da Federação.

A Figura 1.1 ilustra as etapas do CAR.

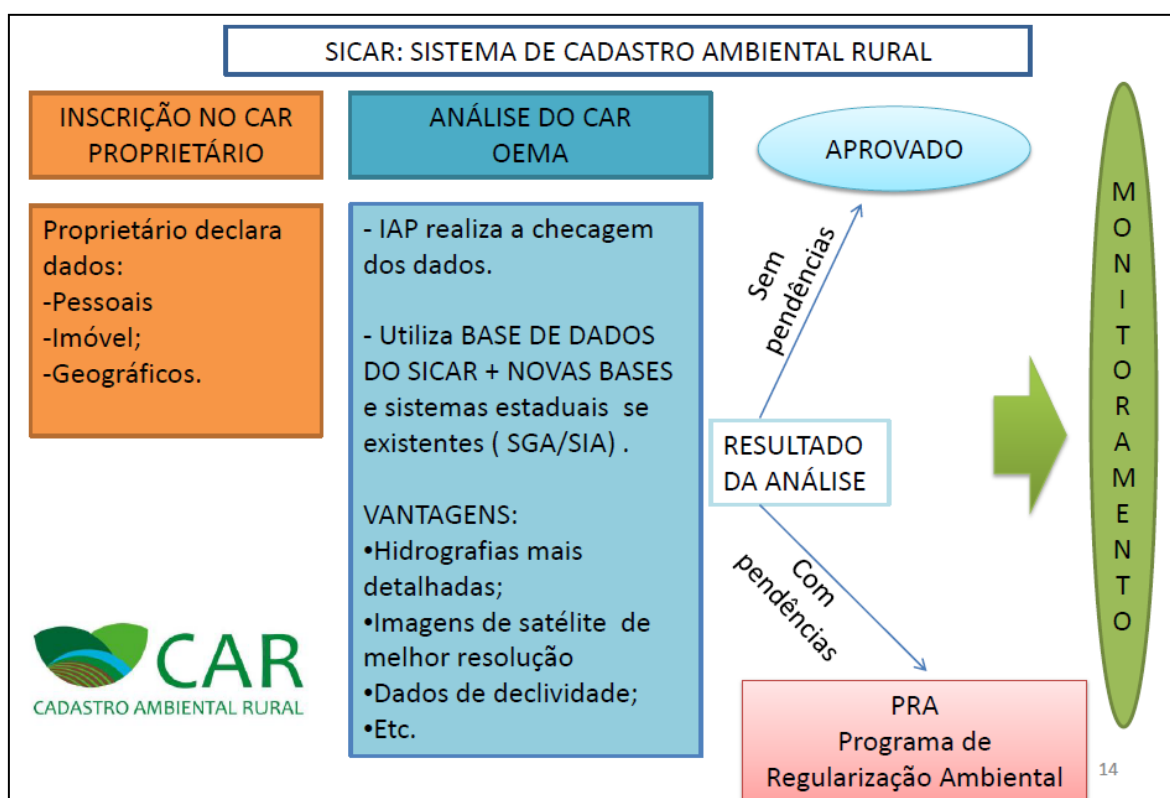


Figura 1.1 Etapas do Cadastro Ambiental Rural (CAR)

2 PERÍODO DO RELATÓRIO 4.1

O presente Relatório se refere ao Relatório Técnico 4.1, pois relata as atividades pendentes do Relatório Técnico 04.

Para fins de gestão físico e financeira o período se refere aos meses de **Março, Abril e Maio de 2018**.

A Tabela 2.1 apresenta os meses referentes a cada um dos relatórios e trimestres de acordo com o Plano de trabalho do Contrato de Gestão.

Tabela 2.1 Números dos relatórios, trimestres e respectivos meses do Projeto

<i>Relatório</i>	<i>Trimestre</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>
01	1º	Dezembro	Janeiro, Fevereiro	
02	2º		Março, Abril, Maio	
03	3º		Junho, Julho, Agosto	
04	4º		Setembro, Outubro, Novembro	
05	5º		Dezembro	Janeiro, Fevereiro
06	6º			Março, Abril, Maio
07	7º			Junho, Julho, Agosto
08	8º			Setembro, Outubro, Novembro

Como houve atraso no desenvolvimento das atividades em função de condições externas, tal como a disponibilização das imagens WorldView 2, a Tabela 2.1 não está condizente com a questão cronológica.

Cabe destacar que este Relatório finaliza os produtos e serviços tecnológicos referentes as Bases Cartográficas Complementares e assim, complementa o Relatório Técnico 04.

No entanto, novas atividades podem ser demandadas pelo IAP. Isto provavelmente ocorrerá em função da constante atualização da plataforma WebGIS denominada GeoSICAR.

Observação:

As atividades relacionadas às análises dos cadastros pela equipe de analistas do CAR foram relatadas em outro Relatório, denominado “Relatório de Análises” e submetido a gerencia do projeto do IAP.

3 SERVIÇOS TECNOLÓGICOS E PRODUTOS

3.1 Mosaico das imagens WorldView 2

Para a montagem e geração do mosaico das imagens WorldView 2, as mesmas foram disponibilizadas pelo setor de Geo da COPEL, por intermédio do Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Reitera-se que as referidas imagens são de propriedade da COPEL e serão utilizadas exclusivamente neste projeto para compor a base cartográfica de apoio as atividades de análise do CAR.

As características principais das imagens WorldView 2 estão na Tabela 3.1.1.

Tabela 3.1.1 Características das imagens WorldView 2

<i>Item</i>	<i>Característica</i>
Informações de lançamento	Data: 08 de outubro de 2009 Veículo: Delta 7920 Local: Vandenberg Air Force Base, California, CA, USA
Órbita	Altitude: 770 km Tipo: Sol síncrona Horário de passagem: 10:30h Sentido: Descendente
Vida útil	Entre 10 e 12 anos
Bandas	Pancromática: 450 a 800 nm Multiespectral: 400 a 450 nm (Coastal) 450 a 510 nm (Blue) 510 a 580 nm (Green) 585 a 625 nm (Yellow) 630 a 690 nm (Red) 705 a 745 nm (Red Edge) 770 a 895 nm (Near IR1) 860 a 1040 nm (Near IR2)
Resolução Espacial	Pancromática: 0,46 m (Nadir), Multiespectral: 1,85 m (Nadir)
Resolução Radiométrica	11 bits por pixel
Largura de varredura	16,4 km (Nadir)
Acurácia locacional	< 3,5 m CE90 (Sem pontos de controle)
Data de aquisição	Anos de 2012 e 2013
Área	Estado do Paraná

Cabe ressaltar que as imagens foram disponibilizadas em forma de *tiles* e estes respectivos a cobertura do Estado do Paraná. Sendo assim foram utilizadas técnicas de mosaicação utilizando linguagem de programação Python. Os mosaicos de imagens foram gerados por bacias hidrográficas e unidades hidrográficas do estado do Paraná.

Foram ainda gerados dois tipos de mosaicos: um mantendo o formato original com as 4 bandas, e outro foi comprimido usando a biblioteca GDAL a fim de gerar uma

composição RGB sintética e reduzir assim o tamanho dos arquivos para publicação no GeoSiCAR PR.

No que se refere a publicação das imagens WorldView 2 na plataforma WebGIS GeoSICAR PR, para facilitar a manipulação e utilização das mesmas, foram gerados “sub mosaicos”. Estes com a abrangência das bacias hidrográficas do Estado do Paraná.

Contudo, destaca-se que algumas áreas do estado não apresentam imagens, como se percebe na Figura 3.1.1.



Figura 3.1.1 Mosaico WorldView 2, ano de 2012/2013 do Estado do Paraná

3.2 Mapa de Uso e Cobertura da Terra Landsat/OLI (ano base 2016)

A classificação das imagens Landsat/OLI (Operational Land Imager), referente ao o período de aquisição durante o ano de 2016, foi realizada utilizando o método de Análise de Imagens Orientada a Objeto (OBIA). As três etapas realizadas para esta classificação incluíram: (i) Extração de dados; (ii) Seleção de dados; (iii) Classificação.

A primeira etapa consistiu na preparação e extração dos dados, para isto todas as imagens foram projetadas para o sistema de coordenadas geográficas no Datum SIRGAS2000.

A segunda etapa consistiu na geração e seleção dos objetos a partir do uso de segmentação de imagens (geração de regiões de conjuntos de pixels homogêneos). Nesta etapa foram geradas 3 bandas adicionais sendo: Hue (Matiz), Saturation (Saturação) e Intensity (Intensidade).

A terceira etapa consistiu na classificação utilizando um total de 14 bandas, sendo, 12 bandas espectrais do Landsat/OLI, 1 banda do NDVI e 3 bandas provenientes do Matiz, Saturação e Intensidade que foram geradas na segmentação. O classificador utilizado foi o *Support Vector Machine* (SVM) que é um método de classificação supervisionado derivado da teoria da aprendizagem estatística.

As 14 imagens Landsat/OLI (ano base 2016) na resolução espacial de 30m disponibilizadas foram classificadas de acordo com as classes de uso e cobertura do solo conforme Lei 12.651, de maneira a serem coerentes com as análises do CAR (Figura 3.2.1). Estas classes foram:

- Área Antrópica;
- Floresta Nativa;
- Mangue;
- Área urbana;
- Lâmina de água;

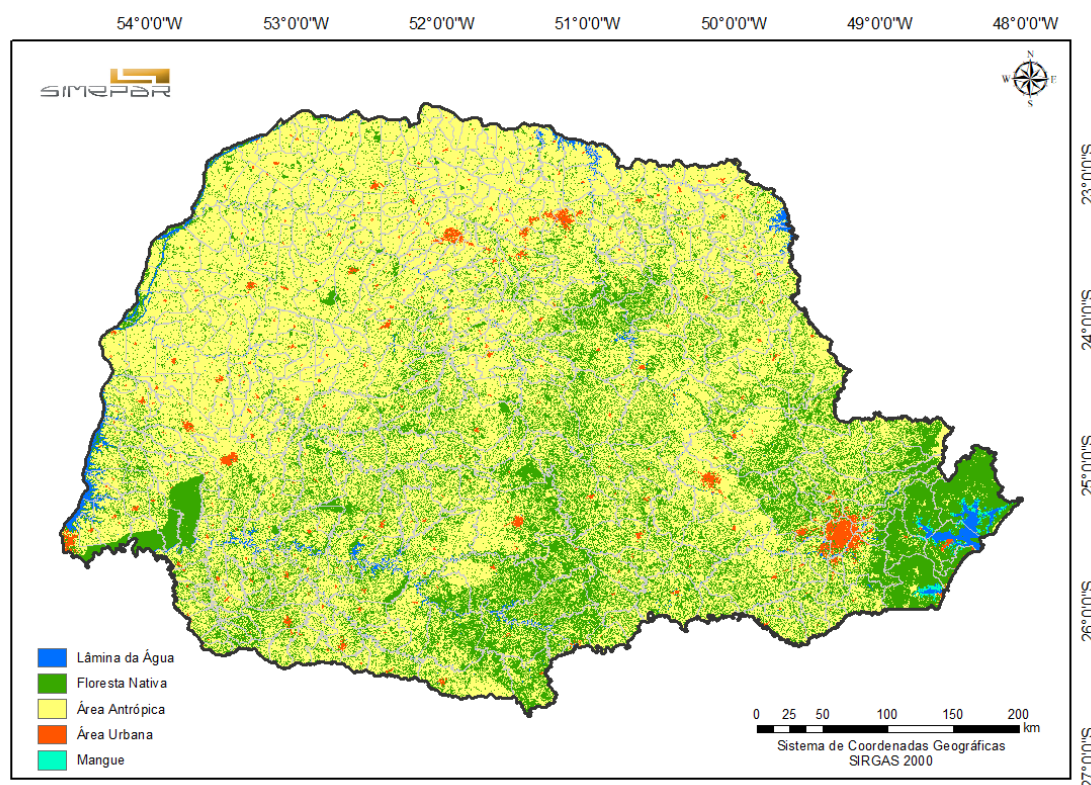


Figura 3.2.1 Mapeamento do uso e cobertura da terra com imagens LANDSAT/OLI, ano de 2016 no Estado do Paraná

3.2.1 Análise de acurácia do mapa de uso e cobertura da terra Landsat/OLI 2016

A metodologia utilizada aqui é similar aquela adotada para a análise de acurácia do mapa de uso e cobertura da terra ALOS/AVNIR 2008 e Landsat/OLI 2015.

As amostras para avaliação da acurácia da classificação foram geradas usando o método de amostragem aleatória estratificada proporcional, de forma a considerar o conjunto amostral representativo para cada uma das classes mapeadas (Lâmina de Água, Floresta Nativa, Mangue, Área urbana e Área Antrópica) (Figura 3.2.1.1).

O número total de pixels adotado para a validação foi determinado de acordo com nível de confiança superior a 95%, conforme Barbetta (2007). Ao todo foram geradas 650 amostras distribuídas proporcionalmente para cada uma das cinco classes, sendo:

- 100 amostras para classe Lâmina da água;
- 200 amostras para a classe Floresta nativa;
- 10 amostras para a classe Mangue;
- 35 amostras para Área Urbana;
- 305 amostras para a classe Área Antrópica.

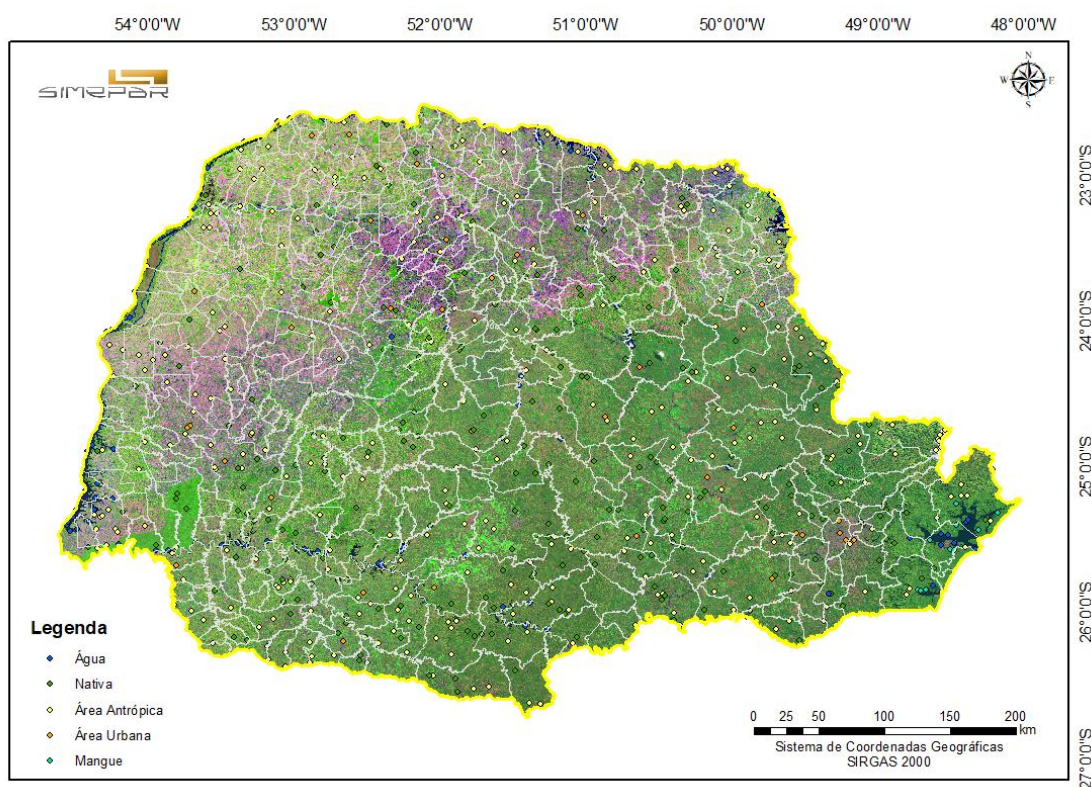


Figura 3.2.1.1. Distribuição espacial de amostras para validação pelo método de amostragem aleatória proporcional

Para determinar a acurácia do mapeamento foi adotado o método que utiliza matriz de confusão. Esta é calculada pela comparação entre a localização e a classe de cada pixel da referência com o local correspondente da classe da imagem gerada pela classificação. Os valores contidos na coluna correspondem ao número de pixels em cada classe da classificação que está ocorrendo quando se compara cada classe da referência.

A matriz de confusão pode mostrar a distribuição de classe em percentagem para cada classe de referência. Os valores são obtidos ao se dividirem os valores de pixels em cada coluna de referência pelo número total de pixels da classe.

Por meio da tabela de matriz de erros pode-se calcular a exatidão do mapeamento para cada classe considerada individualmente, descrita pelos erros de inclusão (comissão) e erros de exclusão (omissão). Alguns erros observados em classificação supervisionada são causados por erros geométricos na imagem.

Os erros de inclusão representam os pixels que pertencem à outra classe na referência, mas foram classificados como pertencentes à classe de interesse. Os erros de inclusão são mostrados nas linhas da matriz de confusão.

Os erros de omissão representam os pixels que pertencem à classe de referência, mas o método de classificação não conseguiu classificá-los para a classe correta. Os erros de omissão são mostrados nas colunas da matriz de confusão.

Como métricas estatísticas para a análise do desempenho da classificação supervisionada por Análise de Imagem Orientada a Objeto (OBIA), foi utilizado o Índice Kappa (IK) e a Exatidão Global (EG) (Congalton, 1991; Congalton & Green, 1999), conforme Equações 1 e 2.

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}{n^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})} \quad (1)$$

Onde:

K = Coeficiente Kappa de concordância;

n = Número total de observações (pontos amostrais);

r = Número de linhas da matriz de erro;

x_{ii} = Número de observações na linha i e coluna i;

x_{i+} = Total marginal da linha i;

x_{+i} = Total marginal da coluna i;

$$EG = \frac{A}{n} * 100 \quad (2)$$

Onde:

EG = Exatidão Global;

A = Acerto geral (pontos amostrais com acertos);

n = Número de pontos amostrais;

A Tabela 3.2.1.1 contém a matriz de erros onde cada um dos 650 pontos amostrais (*pixels*) foram atribuídos a uma das cinco classes de cobertura terrestre, o resultado da classificação foi comparado com a referência sendo utilizado imagens Landsat/OLI e do Google Earth do ano de 2016.

A análise da matriz de erros revela para cada classe os Erros de Omissão (EO) e os Erros de Inclusão (EI). Os EO ocorrem quando uma determinada classe na referência é omitida no mapa da classificação. Os EI ocorrem quando uma determinada classe na referência é atribuída para outra classe na classificação (ou seja, quando uma classe na referência é incluída em outra classe no mapa da classificação).

Conforme Tabela 3.2.1.1 dos 650 pontos amostrais (pixels) usados na validação, obteve-se um total de 616 acertos o que indica que apenas 34 amostras foram classificadas incorretamente distribuídas entre as cinco classes. Sendo assim as métricas estatísticas obtidas foram um IK (Índice Kappa) de 0,92 e o EG (Exatidão Global) de 94,77%, o que indica um excelente desempenho do classificador e do método utilizado. O EI da classe Floresta foi de somente 3,2%, conflitando com a classe Área Antrópica.

Tabela 3.2.1.1 Matriz de confusão para as classes temáticas classificação LANDSAT/OLI 2016

Classificação	Referência					Total	EO (%)
	Mangue	Á. Antrópica	Floresta	L. Água	Á. Urbana		
Mangue	10	0	0	0	0	10	0,0
Á Antrópica	0	284	7	1	2	294	3,4
Floresta	0	20	193	2	1	216	10,6
L. Água	0	1	0	97	0	98	1,0
Á. Urbana	0	0	0	0	32	32	0,0
Total	10	305	200	100	35	616	
EI (%)	0,0	7,1	3,2	3,1	9,4		

A Tabela 3.2.2.1 evidencia a matriz de erros onde cada um dos 650 (seiscentos e cinquenta) pontos amostrais (pixels) foram atribuídos às quatro classes de cobertura terrestre. O resultado da classificação é então comparado com os dados de referência. A sequência de valores que se estende do canto superior esquerdo para o canto inferior direito é denominada de “Diagonal”. A classe Lâmina de Água está abreviada como L. Água e a classe Uso Consolidado como Consolidado.

3.2.2 Estimativas de Áreas Landsat/OLI 2016

A Tabela 3.2.2.1 evidencia a estimativa de área em hectare (ha) para as classes de uso e cobertura do solo a partir da classificação por OBIA (Object Based Image Analysis) em imagens LANDSAT/OLI para o ano de 2016.

A classe de Área Antrópica corresponde a junção das classes de Agricultura, Pastagem e Reflorestamento.

Tabela 3.2.2.1 Estimativas de área de classes de uso e cobertura Landsat/OLI 2016

Classes de uso e cobertura	Área (ha)	Porcentagem (%)
Área Antrópica	12.824.442,09	66,51
Floresta Nativa	5.780.152,62	29,98
Lâmina da Água	378.684,99	1,96
Urbana	270.339,30	1,40
Mangue	28.725,57	0,15
Total	19.282.344,57	100

Cabe ressaltar que as estimativas geradas são resultado das técnicas de classificação OBIA, onde a imagem com informações espectrais é transformada em classes de acordo com a tabela de classificação previamente estabelecida.

No entanto, estas estimativas não sofreram validação de campo, ou seja, não foi realizada a checagem *in loco*. A matriz de confusão foi gerada com dados de referência obtidos em laboratório a partir da identificação das classes de referência realizada com verificação visual.

As classes adotadas estão de acordo com as classes do SiCAR nacional e o mapa resultante foi gerado para apoiar as atividades de análise do CAR.

Também deve ser destacado que as estimativas de áreas das classes se referem a um indicativo de áreas e apresentam erros e tendências positivas ou negativas com relação a realidade existente.

4 SERVIÇOS TECNOLÓGICOS E PRODUTOS (ADICIONAIS)

Aqui estão relatados **os serviços tecnológicos e produtos previstos e também aqueles gerados adicionalmente pelo SIMEPAR para atender ao SICAR (Sistema de Cadastro Ambiental Rural) do Estado do Paraná, bem como demandas do IAP.**

Salienta-se que as atividades de desenvolvimento, hospedagem, manutenção e atualização do GeoSiCAR PR (Plataforma Web) não constam no Plano de Trabalho do Contrato de Gestão.

4.1 Bases Cartográficas Compatibilizadas

Atividades de compatibilização de Bases Cartográficas já foram relatadas nos Relatórios Técnicos 02, 03 e 04.

Em função da constante inserção e incorporação de novos dados e informações, as atividades de compatibilização deverão ter caráter constante no desenvolvimento do projeto.

A Base Cartográfica compatibilizada para este Relatório Técnico se refere a:

- Mosaico WorldView: com resolução espacial de 2 metros (ano base 2012/2013);

4.2 Funcionalidades do GeoSiCAR PR

Devido ao atingimento de uma maior maturidade e robustez no sistema desenvolvido, poucas demandas têm surgido referentes ao desenvolvimento de novas funcionalidades para a interface e plataforma WebGIS. Algumas destas demandas deverão ser tratadas em um novo instrumento administrativo (contrato, convênio, etc) a ser estabelecido novamente com a SEMA/IAP ou então com recursos provenientes da ITAIPU Binacional. Tratativas estão sendo estabelecidas com ITAIPU neste sentido e o IAP já se manifestou formalmente com anuência positiva e de colaboração. As futuras demandas incluem o acesso público ao sistema, controle de acesso hierarquizado aos diferentes usuários, ferramenta para criação de feições vetoriais, dentre outras. Salienta-se que em uma eventual versão pública da plataforma GeoSICAR, a ser desenvolvida, todos dados e informações de caráter sigiloso serão preservados.

Para o período referente às atividades deste relatório, foram modificadas as credenciais do IAP para acesso externo à plataforma GeoSICAR. Esta atualização foi realizada em atendimento da equipe do IAP frente ao grande número de usuários que teve acesso as antigas credenciais, o que proporciona perda de controle sobre os acessos. Com a renovação periódica, este controle pode ser retomado. Permanecem inalteradas as credenciais da Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) e do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia (ITCG). Estes acessos foram criados em atendimento à demanda do IAP e apresentados aos responsáveis em reunião ocorrida no mês de março de 2018.

4.3 Camadas de Informação Novas ou Atualizadas

Ao longo da vigência do Contrato de Gestão, novas camadas de informações espaciais irão sendo vinculadas a aplicação web GeoSiCAR PR, conforme forem sendo solicitadas pelos usuários ou disponibilizadas pela SEMA/IAP ou equipe de geoprocessamento do SIMEPAR.

Dentre elas destacam-se:

- Limites municipais: Por meio de acesso ao sistema web do ITCG, foi obtida a nova camada de polígonos que representam os limites oficiais dos municípios do Estado do Paraná;
- Limite Estadual: Esta camada é gerada à partir da unificação das áreas de limites municipais, devendo ser atualizada sempre que houver atualização de limites de municípios, mantendo congruência entre os limites contidos no sistema;
- SOS Mata Atlântica: Dados de remanescentes florestais do Estado do Paraná, produzidos pelo projeto SOS Mata Atlântica para o período de 2016 à 2017, repassados ao SIMEPAR em formato vetorial pelo IAP. Para suprir a evidente necessidade do Estado em possuir dados e informações referentes a cobertura florestal, o SIMEPAR submeteu proposta do SMARTFLOR (Sistema de Monitoramento Ambiental e de Recursos Florestais), o qual se refere a um sistema de monitoramento da cobertura florestal e classes de uso e cobertura de maneira sistemática com atualizações mensais e semestrais;
- Limites de imóveis declarados: A base de dados contendo os limites de imóveis declarados é atualizada periodicamente, aproximadamente uma vez a cada 30 dias, conforme atualizações disponibilizadas via intranet no SiCAR nacional. A camada disponibilizada na aplicação GeoSiCAR PR é produto de cruzamento entre o dado espacial dos limites dos imóveis declarados no CAR e o relatório gerado por consulta ao ambiente de gestão do SiCAR. Questões de incompatibilidade devem ser tratadas antes da realização do cruzamento, tal como:
 - Número de recibos repetidos;
 - Número de recibos sem correspondente entre as tabelas espacial e relatório;
 - Tipos de dados incompatíveis.

5 REFERÊNCIAS

- Barbetta, P. A. Estatística aplicada às ciências sociais. Florianópolis, UFSC. 2007. 316p.
- Congalton, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. *Remote Sensing of Environment*, v.37, p.35-46, 1991.
- Congalton, R. G.; Green, K. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. Boca Raton: Crc Press, 1999. 160p.
- Foody, G. M. Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, v. 80, n. 1, p.185-201, 2002.
- Landis, J. R.; Koch, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, v.33, p.159-174, 1977.