



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS



DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO DE ALTA RESOLUÇÃO PARA ESTUDOS DE BIODIVERSIDADE: IDENTIFICAÇÃO DE PALMEIRAS DE DOSSEL NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA DO MAR, SÃO PAULO

RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA
(PIBIC/CNPq/INPE)

Vanessa Priscila Camphora (UNITAU, Bolsista PIBIC/CNPq)
E-mail: vanessa_camphora@hotmail.com

Silvana Amaral (OBT/DPI/INPE, Orientador)
E-mail: silvana@dpi.inpe.br

Simey Vieira Thury Fisch (UNITAU, Coorientadora)
E-mail: simey.fisch@gmail.com

Julho de 2012

INPE-00000-RPQ/0000

**DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO DE ALTA RESOLUÇÃO
PARA ESTUDOS DE BIODIVERSIDADE: IDENTIFICAÇÃO DE
PALMEIRAS DE DOSSEL NO PARQUE ESTADUAL DA SERRA
DO MAR, SÃO PAULO**

Vanessa Priscila Camphora
Silvana Amaral
Simey Vieira Thury Fisch

Relatório final do projeto de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq/INPE)

URL do documento original:
<<http://urlib.net/xx/yy>>

INPE
São José dos Campos
2012

AGRADECIMENTOS

Agradeço à empresa PROMAPS SOLUÇÕES DE MAPEAMENTO, que cedeu gratuitamente uma imagem do satélite QuickBird, referente ao município de Ubatuba, para uso exclusivo das atividades desenvolvidas nesta pesquisa, à Divisão de Processamento de Imagens do INPE e ao Laboratório de Botânica da UNITAU pelo suporte oferecido para a realização deste trabalho.

Agradeço especialmente a Dra Simey Vieira Thury Fisch por todo auxílio, dedicação e carinho oferecidos para o desenvolvimento desta pesquisa e também à Dra. Silvana Amaral Kampel pela atenção prestada ao longo da realização das etapas deste trabalho.

RESUMO

A Mata Atlântica, um importante ecossistema florestal que atualmente conta com somente 7,5% de sua formação original de 1.227.600 km², é classificada entre os 25 “hotspots” para conservação da biodiversidade mundial. As maiores áreas remanescentes de Mata Atlântica encontram-se no estado de São Paulo, onde as palmeiras (Arecaceae) representam importante componente de sua biodiversidade. O sensoriamento remoto, por sua visão sinóptica e frequência de imageamento, pode ser uma ferramenta útil para estudos de avaliação e identificação de vegetação neste bioma. A típica arquitetura da copa e as características das folhas das palmeiras as tornam mais facilmente identificadas por sensoriamento remoto que as demais árvores no dossel florestal. Este trabalho tem por finalidade estudar o potencial do uso de imagens de sensoriamento remoto de alta resolução para a identificação e mapeamento de palmeiras da região de Ubatuba, litoral norte de São Paulo. Uma imagem QuickBird (0,6m de resolução espacial) de 2007 foi utilizada para delimitar a área de estudo, localizando áreas que permitissem a identificação prévia de espécies por interpretação visual. Os caracteres morfológicos das espécies de palmeiras de Mata Atlântica foram tabulados, criando uma chave de identificação das copas para facilitar o reconhecimento na imagem. Foram identificadas na imagem as seguintes espécies de palmeiras: *Elaeis guineensis* (dendê), *Archontophoenix* sp. (real australiana), *Bactris gasipaes* (pupunha), *Roystonea oleracea* (imperial), *Attalea dubia* (indaiá), *Cocos nucifera* (coqueiro), *Syagrus romanzoffiana* (gerivá), *Syagrus pseudococos* (pati), *Euterpe oleracea* (açai) e *Euterpe edulis* (juçara). Durante o trabalho de campo, realizado em abril de 2012, verificou-se a localização e aferiu-se a identificação de indivíduos e espécies dos 59 pontos que foram identificados na interpretação visual. Destes, 50 pontos foram acessíveis no campo e 23 corresponderam às espécies pré-identificadas visualmente. As espécies mais abundantes e de fácil identificação foram dendê e pupunha. Além das espécies e pontos pré-estabelecidos foram encontradas no campo híbridos de juçara e açai e foram acrescentados mais 23 pontos de ocorrência de palmeiras. Estes resultados permitiram definir as espécies identificáveis visualmente, avaliar o limite de detecção da imagem, definindo o tamanho mínimo de copa de palmeiras de dossel mapeável para as condições deste estudo. Estas informações são fundamentais para a classificação digital da imagem QuickBird, que deverá ser realizada como próxima etapa do trabalho.

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
Figura 1 - Localização da área de estudo: Município de Ubatuba com enfoque na região de interesse.....	14
Figura 2 – Fotografias de <i>E. edulis</i> (a) e <i>S. pseudococos</i> (b) em campo.....	19
Figura 3 – Fotografias de <i>B.gasipaes</i> em campo	20
Figura 4 – Fotografias de <i>E.guineensis</i> em campo	20
Figura 5 - Trajeto realizado na UPD.....	21
Figura 6 - Trajeto realizado após a saída da UPD, ao longo da Rodovia Oswaldo Cruz.....	22
Figura 7 - Trajeto realizado em outro trecho da Rodovia Oswaldo Cruz.....	23
Figura 8 - Trajeto realizado no Condomínio Ressaca	23

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
Tabela 1 – Copas das palmeiras representadas na imagem QuickBird e em campo	18
Tabela 2 – Avaliação morfológica das copas das palmeiras identificadas	25

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

APTA	Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
CCD	Charge Coupled Device
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IAC	Instituto Agrônômico
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
QB	QuickBird
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
SR	Sensoriamento Remoto
UPD	Unidade de Pesquisa e desenvolvimento

SUMÁRIO

	Pág.
1 Introdução	9
2 Objetivos	13
3 Material e Métodos	14
3.1 Área de estudo	14
3.2 Sensoriamento Remoto	15
3.2.1 Interpretação visual.....	15
3.2.2 Processamento Digital de Imagem	16
3.3 Trabalho de Campo	16
4 Resultados	17
5 Considerações Finais	26
6 Referências Bibliográficas	26

1 Introdução

A Mata Atlântica, que originalmente ocupava 1.227.600 km², é um dos mais importantes ecossistemas florestais, devido seu alto grau de endemismo de espécies, hoje concentrada em pequenas áreas, pois há apenas 91.930 km² (7,5 %) remanescentes (MYERS et al. 2000). O estado de São Paulo, apesar das evidências do avanço da urbanização sobre áreas verdes, é o estado que apresenta as maiores áreas remanescentes de Mata Atlântica (INSTITUTO FLORESTAL, 2009).

Este bioma influencia 80% da população que habita seu território, como por exemplo, na regulação do fluxo e na qualidade da água dos mananciais, no fornecimento de alimentos e bens florestais, no controle do clima e no sequestro de CO₂ (INSTITUTO FLORESTAL, 2009). A Floresta Atlântica está classificada entre os 25 “hotspots” de conservação da biodiversidade mundial e sua importância requer constantes acompanhamentos e cuidados para preservação de suas áreas (MYERS et al., 2000)

O monitoramento constante e os estudos em larga escala das florestas tropicais enfrentam dificuldades como o acesso no campo e limitações de recursos humanos. Para tanto, o sensoriamento remoto (SR) vem sendo utilizado como alternativa a estas restrições (XIMENES; AMARAL, 2010).

Muitos estudos realizados na Mata Atlântica utilizam o sensoriamento remoto como meio de avaliar e identificar sua vegetação, entre eles, o monitoramento da vegetação da Região Administrativa do Vale do Paraíba através de análise visual de imagens satelitárias (PAVÃO; TALPO, 2007); os levantamentos e a classificação de estágios sucessionais a partir da análise de textura em imagem de alta resolução (SETTE; MAILLARD, 2011); o estudo da variação de cobertura do solo em imagens de diferentes sensores e datas (ARASATO et al., 2005); e o mapeamento da cobertura vegetal por imagem QuickBird da região Pró-Mata no Rio Grande do Sul (KUX; PINHEIRO, 2005).

O sensoriamento remoto coleta informações por meio de um sistema padrão, ocorrendo sempre em mesmo horário e do mesmo modo, o que impede qualquer tipo de interferência com o objeto, diminuindo as chances de erros nos levantamentos de campo (SETTE; MAILLARD, 2011). Esse sistema é

formado por um sensor que obtém informações de objetos sem contato físico direto com ele, como por exemplo, um satélite. As imagens de satélite oferecem visão sinóptica, permitindo obtenção de informações que não seriam conseguidas de outras maneiras (VELASCO et al., 2007), facilitando a seleção de áreas de interesse e o planejamento de campo (MANTOVANI, 2006).

Imagens satelitárias que possuem alta resolução espacial, com até 0,72m, permitem individualizar árvores, o que não ocorre com imagens a partir de 1,5m, pois se perdem os detalhes e a nitidez (DISPERATI; OLIVEIRA FILHO, 2005). Esse tipo de imagem é capaz de delimitar as copas das árvores, de modo que cada pixel que compõe a imagem corresponda a no máximo um metro da área imageada (GOMES et al., 2008). O satélite QuickBird, com 0,6m de resolução apresenta riqueza nos detalhes dos indivíduos estudados em campo (SETTE; MAILLARD, 2011), a ponto de apresentar informações de espécie (GOMES, 2009).

Gomes (2009) identificou as espécies arbóreas *Sclerolobium paniculatum* e *Mabea fistulifera* através de imagem QuickBird. Este satélite de alta resolução espacial provê imagens úteis para estudos de larga escala que requerem maiores detalhes nas informações, como a individualização das copas de árvores. A partir de imagens é possível ainda estimar a quantidade de frutos produzidos por essas espécies (JANSEN et al., 2008).

Uma chave de interpretação visual da cobertura vegetal facilita a identificação das informações obtidas pela imagem satelitária (SHIMABUKURO, 2009). Pode-se utilizar essa metodologia complementar para estudos de previsão de habitats e distribuição de espécies, obtendo melhores resultados quando associada ao uso de imagens de alta resolução de satélite como GeoEye e QuickBird (GONZÁLEZ-OROZC et al., 2010).

A imagem de sensoriamento orbital pode ser utilizada em diferentes tipos de procedimentos. A fotointerpretação analisa visualmente a imagem, permitindo observar e obter detalhes para detectar características peculiares que definem os objetos de estudo (MACHADO; QUINTANILHA, 2008). De acordo com Kux e Pinheiro (2005) a interpretação visual da imagem permite mapear detalhadamente elementos como: textura, sombra, contexto, forma, padrão, tonalidade, etc. A segmentação é um processamento digital aplicado na

imagem que a divide em grupos de pixels ou objetos que apresentem homogeneidade entre si, reconhecendo e agrupando padrões na imagem, ajustável a escala trabalhada, a resolução e aos diferentes alvos investigados (GOMES, 2009).

No processo de classificação das imagens identificam-se classes ou grupos semelhantes com caracteres em comum (SETTE; MAILLARD, 2011). Este procedimento, além da interpretação visual, segmentação, revisão bibliográfica e coleta de dados em campo, permite monitorar e obter levantamentos a partir das imagens de satélite (FIGUEIREDO, 2005).

Por serem facilmente reconhecidas pela arquitetura da copa e características das folhas, as palmeiras da família *Arecaceae*, que ocupam o dossel florestal, são passíveis de serem avaliadas e identificadas por sensoriamento remoto. Os resultados de Arasato et al. (2011) apresentam a possibilidade de segmentar e classificar algumas copas de palmeiras do dossel da Amazônia em imagens de videografia aérea.

As espécies da família *Arecaceae* possuem distribuição tipicamente pantropical, ocorrendo em diversos habitats e altitudes (MOORE, 1973). Esta família possui grande diversidade, estimando-se cerca de 1500 espécies (HENDERSON et al., 1995), facilmente encontradas em regiões tropicais e subtropicais, como é o caso da Floresta Atlântica ao longo da costa brasileira. A Serra do Mar proporciona um ambiente úmido pela brisa marítima e contraforte montano, sendo comum em suas encostas a presença de palmeiras dos gêneros *Euterpe*, *Bactris*, *Geonoma* e *Attalea* (HENDERSON et al., 1995).

As palmeiras são importantes fontes de renda para os humanos, seja para fins alimentícios, ornamentais ou medicinais, o que as torna a objeto de estudo de grande interesse (HENDERSON et al., 1995; LORENZI, 2004). Também representam espécies vegetais de grande interesse em estudos ecológicos por estarem relacionadas à alimentação da fauna e portanto, manutenção da biodiversidade dos ecossistemas (GALETTI et al., 2011).

O dên-de é uma palmeira reconhecida pela produção de óleo vegetal e biodiesel, uma fonte de energia renovável, tornando a espécie *Elaeis guineensis* alvo cada vez mais cobiçado para estudos, entre eles, uso de

sensoriamento remoto pra monitoramento de plantios de dendê (KAMARUZAMAN; MUBEENA, 2009).

O Brasil está entres os maiores produtores e consumidores de palmito do mundo. A pupunha (*Bactris Gasipaes*) é comumente cultivada em quase toda região Amazônica como uma cultura de subsistência de pequenos agricultores. É uma espécie de grande interesse para o comércio em São Paulo, uma vez que apresenta rapidez na produção de palmito pela formação de perfilhamentos (CLEMENT et al., 2004). Segundo Bovi (2000) o palmito da pupunha vem substituindo a extração proveniente de outras espécies de palmeiras, entre elas a palmeira juçara (*Euterpe edulis*), que sofre com o extrativismo predatório.

O estudo de palmeiras por sensoriamento remoto, ainda que com limitações, pode contribuir para a identificação das espécies arbóreas e seu monitoramento.

Este trabalho tem por objetivo utilizar imagem de SR de alta resolução espacial juntamente com informações de morfologia de palmeiras e dados de campo, para identificar espécies de palmeiras de dossel na Mata Atlântica, região de Ubatuba - SP.

2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é utilizar dados de sensoriamento remoto com alta resolução espacial como ferramenta estudo de biodiversidade de palmeiras no município de Ubatuba-SP. Para isso foram levantados dados com as seguintes finalidades:

- Elaborar um banco de dados geográficos contendo informações de campo e imagem de alta resolução espacial (QuickBird);
- Construir uma chave de classificação de palmeiras do dossel da Mata Atlântica utilizando características de copa;
- Identificar diferentes espécies de palmeiras do dossel a partir da detecção das copas por imagens de satélite de alta resolução;
- Explorar técnicas de segmentação e classificação de imagem para identificar indivíduos de palmeiras e espécie;
- Verificar a acurácia da classificação das imagens de sensoriamento remoto a partir de dados coletados em campo;
- Estimar a produção de frutos das espécies identificadas e contidas no inventário por sensoriamento remoto.

3 Material e Métodos

3.1 Área de estudo

A área de estudo compreende algumas regiões no município de Ubatuba, no litoral norte de São Paulo, onde se encontram áreas de Floresta Atlântica. As seguintes áreas foram consideradas: Horto Florestal de Ubatuba, uma Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento (UPD) vinculada à Agência Paulista de Tecnologia dos agronegócios (APTA), estação experimental do IAC (Instituto Agrônomo); Rodovia Oswaldo Cruz; e Condomínio Ressaca.

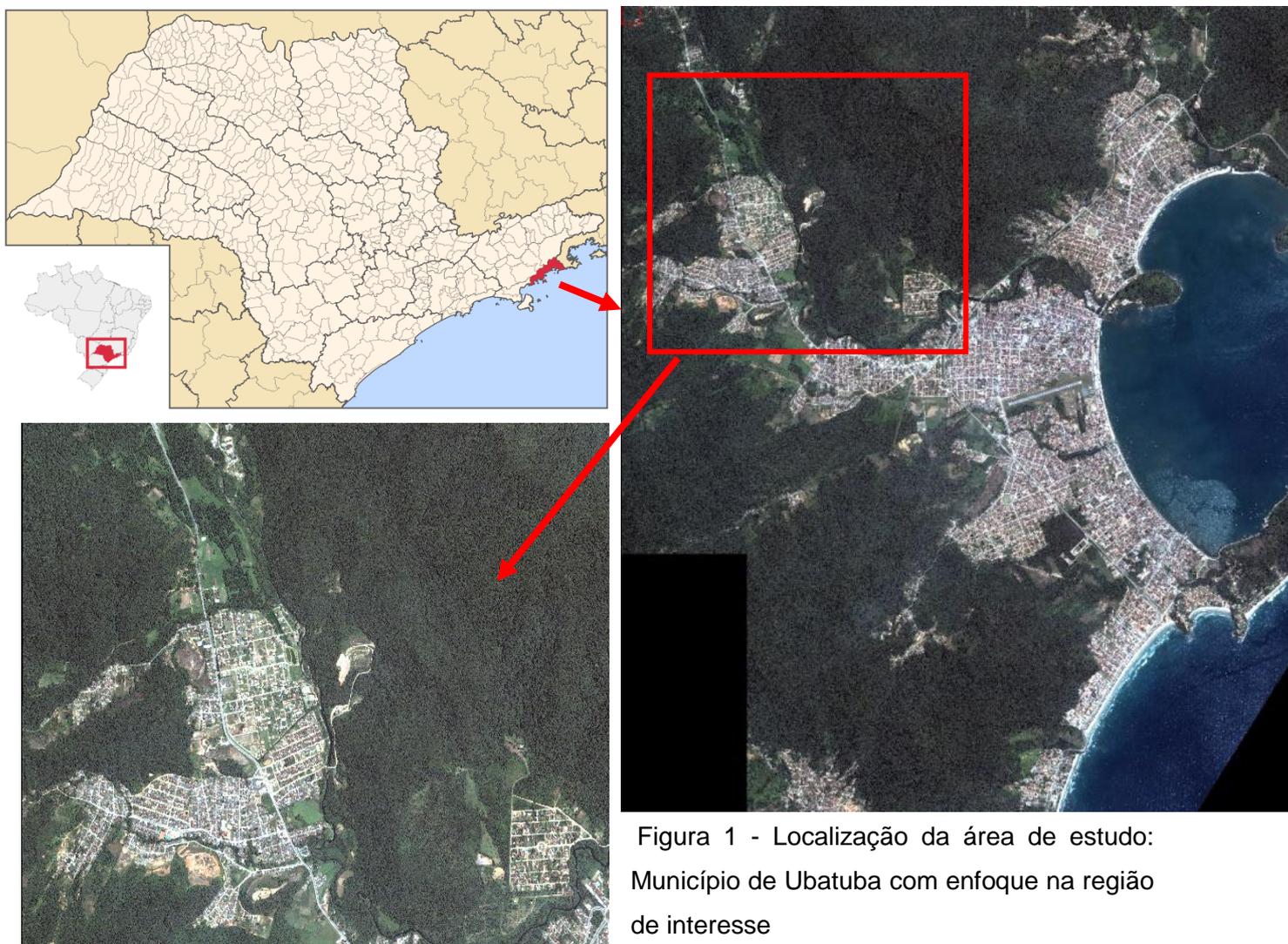


Figura 1 - Localização da área de estudo: Município de Ubatuba com enfoque na região de interesse

3.2 Sensoriamento Remoto

Uma imagem do satélite QuickBird foi cedida gratuitamente pela empresa PROMAPS SOLUÇÕES DE MAPEAMENTO para uso em atividades exclusivas desta pesquisa. A imagem QuickBird (RGB) refere-se a data de 21/10/2007, possui resolução espacial de 0,6m com recorte referente ao município de Ubatuba. O satélite possui sensores CCD (Charge coupled device), com varredura eletrônica linear. Em 2001, a empresa norte-americana DigitalGlobe obteve licença da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) para a operação do sistema de alta resolução espacial do QuickBird (GOMES, 2009) . Ele está em órbita desde 18/10/2001, lançado a partir da Vandenberg Air Force Base, Califórnia-EUA (KUX; PINHEIRO, 2005)

Não foi necessário realizar nenhum pré-processamento digital na imagem, uma vez que o produto fornecido encontra-se georreferenciado, para o sistema de projeção UTM, zona 23 sul, Datum WGS-84. A imagem foi apenas incorporada ao banco de dados geográfico no Sistema de Informação Geográfica – SPRING, para identificação dos indivíduos de palmeiras a ser realizado em duas fases: interpretação visual para construção da chave de classificação de espécies e identificação das áreas a serem observadas em campo, e posterior classificação digital.

3.2.1 Interpretação visual

Foi realizada uma interpretação visual da imagem QuickBird que consistiu em uma pré análise de visualização das áreas de ocorrência de palmeiras e identificação de espécies, para posteriormente serem checadas em campo.

Por sua alta resolução a espacial, a imagem apresenta uma grande riqueza de detalhes que permitem a extração de informações relevantes apenas por sua observação, possibilitando a determinação das áreas de interesse e os objetos alvos deste estudo.

3.2.2 Processamento Digital de Imagem

O processamento digital irá testar o potencial do sensoriamento remoto para avaliar os dados observados em campo e pela fotointerpretação, como próxima etapa deste trabalho, para tanto, foi feito um treinamento técnico nos cursos de Introdução ao SPRING, e Processamento Digital de Imagens, ambos promovidos pelo INPE, no período de 24 a 27 de outubro de 2011 e 25 a 29 de junho de 2012, respectivamente.

Para a classificação digital serão testados algoritmos de segmentação por regiões e classificação supervisionada e não supervisionada, utilizando o software SPRING. O trabalho de campo realizado forneceu informações que irão facilitar a avaliação da classificação da imagem. As características da imagem serão avaliadas em relação aos tamanhos das copas, para estimar o potencial desta abordagem.

3.3 Trabalho de Campo

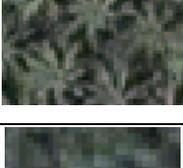
A saída a campo foi realizada em abril de 2012 com a finalidade de verificar quantas e quais espécies foram reconhecidas corretamente na interpretação visual e suas localizações. A partir da interpretação visual, foram preparadas cartas de campo, com coordenadas e identificação das palmeiras (indivíduos) a serem visitadas. No campo, a localização dos indivíduos foi orientada pela navegação em tempo real sobre o banco de dados geográfico, com uso de GPS acoplado. Uma vez identificado os locais, os indivíduos foram fotografados por uma câmera fotográfica com GPS. A identificação quanto a espécie de cada indivíduo foi realizada pelas especialistas professora Dra. Simey Thury Vieira Fisch, pesquisadora da Universidade de Taubaté, Dra. Valéria Aparecida Modolo e Dra. Maria Luiza Sant´Anna Tucci especialistas do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

4 Resultados

Uma imagem QuickBird (0,6m de resolução espacial) de 2007 foi utilizada para delimitar a área de estudo, localizando áreas que permitissem a identificação prévia de espécies de palmeiras na imagem de satélite. Pinheiro et al. (2005) mapearam o relevo do Planalto das Araucárias através de uma imagem QuickBird, que apresentou alto potencial para detalhar as áreas de estudos, otimizando o trabalho de campo.

A interpretação visual da imagem QuickBird permitiu localizar e detectar copas de palmeiras presentes em talhões na UPD e no Condomínio Ressaca e em áreas urbanas ao longo da Rodovia Oswaldo Cruz, marcando-se 59 pontos na imagem representando os locais de ocorrência de palmeiras. Também foi possível identificar, a nível taxonômico, diferentes espécies de palmeiras pela arquitetura e diâmetro de suas copas. As espécies foram: *Elaeis guineensis* (dendê), *Archontophoenix sp* (real australiana), *Bactris gasipaes* (pupunha), *Roystonea oleracea* (imperial), *Attalea dubia* (indaiá), *Cocos nucifera* (coqueiro), *Syagrus romanzoffiana* (gerivá), *Syagrus pseudococos* (pati), *Euterpe oleracea* (açai) e *Euterpe edulis* (juçara). As copas das palmeiras foram representadas na Tabela 1, mostrando como são visualizadas na imagem do satélite QuickBird e em campo

Tabela 1 – Copas das palmeiras representadas na imagem QuickBird e em campo

Espécie	Nome vulgar	Copa QB	Copa Real
<i>Attalea dubia</i> (Mart.) Burret	Indaiá		
<i>Cocos nucifera</i> L.	Coqueiro		
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Gerivá		
<i>Archontophoenix</i> sp.	Real Australiana		
<i>Bactris gasipaes</i> Kunth	Pupunha		
<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.	Dendê		
<i>Euterpe oleracea</i> Mart.	Açaí		
<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O. F. Cook.	Imperial		
Híbrido	Juçara com Açaí		

As espécies *Euterpe edulis* Mart. e *Syagrus pseudococos* (Raddi) Glassman, popularmente conhecidas por juçara e pati respectivamente, são do dossel da Floresta Atlântica, mas não foram visualizadas na imagem QuickBird, apenas em campo. Pelo fato da imagem registrar uma cena de 2007 e a saída de campo ter se realizado em 2012 a dificuldade de observação destas espécies na imagem de sensoriamento orbital pode ter sido influenciada pela baixa estatura destas árvores na época.



Figura 2 – Fotografias de *E. edulis* (a) e *S. pseudococos* (b) em campo

O trabalho de campo, realizado em abril de 2012, permitiu a visitação de 50 pontos marcados, pois os outros não eram acessíveis. Destes pontos, 23 continham palmeiras que corresponderam a espécies pré-identificadas visualmente. As espécies mais abundantes e de fácil identificação foram dendê e pupunha (figuras 3 e 4), e além das espécies e pontos pré-estabelecidos foram encontradas no campo talhões de híbridos de juçara com açaí e foram visitados mais 23 pontos de ocorrência de palmeiras, que serão acrescidos ao estudo. As espécies encontradas foram fotografadas e georeferenciadas por uma câmera fotográfica com GPS acoplado.



Figura 3 – Fotografias de *B. gasipaes* em campo



Figura 4 – Fotografias de *E. guineensis* em campo

Disperati e Oliveira Filho (2005) mapearam parcelas que continham copas de árvores do dossel florestal e numeraram as árvores através de identificação visual e auxílio do trabalho de campo, enquanto Gomes et al. (2008) utilizaram a interpretação visual para identificar espécies de indivíduos de *S. paniculatum* em imagens QuickBird, que posteriormente foram checadas em trabalhos de campo.

As figuras 5, 6, 7 e 8 representam os locais escolhidos para o trabalho de campo, contendo as áreas de ocorrências das palmeiras (pontos verdes) identificadas visualmente. O trajeto realizado em campo, representado pelo traçado de cor rosa na imagem, foi obtido através de uma navegação em tempo real por meio de um GPS acoplado ao banco de dados.



Figura 5 - Trajeto realizado na UPD



Figura 6 - Trajeto realizado após a saída da UPD, ao longo da Rodovia Oswaldo Cruz



Figura 7 - Trajeto realizado em outro trecho da Rodovia Oswaldo Cruz



Figura 8 - Trajeto realizado no Condomínio Ressaca

Segundo González-Orozoc et al. (2010) nem sempre a resolução espacial de uma imagem é suficiente para identificar espécies arbóreas em florestas tropicais, e uma chave taxonômica é uma abordagem complementar ao sensoriamento remoto que facilita a distinção das copas no dossel florestal. Esses autores Obtiveram uma acurácia de 70 a 95% na identificação das espécies arbóreas *Iriartea deltoidea*, *Astrocaryum* e *Cecropia* com auxílio de uma chave de identificação de copas.

Para facilitar a identificação taxonômica na imagem, uma tabela de avaliação das palmeiras do dossel foi criada (Tabela 2), descrevendo os dados macromorfológicos de copa. A partir desta tabela será possível construir uma chave classificação de espécies que descreva como elas se apresentam quando observadas na Imagem de satélite.

As espécies estão tabuladas segundo o tipo de caule, que podem ser únicos (solitários) ou perfilhados (múltiplos); a forma da copa é considerada estrelada quando se distinguem as pontas dos ramos das copas, ou arredondadas, ao ocorrer o inverso, uma vez que as pontas misturam-se ao contorno da copa da árvore; comprimento das pinas apicais informa se o comprimento destas diminui conforme elas se aproximam da ponta da ráquis (curtas), ou se elas mantêm um tamanho padrão de distribuição ao longo dela (longas); a distribuição das pinas pode ser regular quando as pinas são igualmente inseridas de ambos os lados da ráquis, ou irregulares, quando isso não ocorre, podendo também ser classificadas em justapostas, quando mantêm a distribuição das folhas bem próximas umas das outras, ou afastadas, quando as pinas estão mais separadas entre si; a disposição das pinas mostra como elas estão fixas na ráquis, podendo apresentar um padrão de folhas pendentes por toda sua extensão (pendentes), folhas levemente penduradas nas pontas (pendentes nas pontas), ou ainda podem estar bastante curvadas nas pontas dos ramos (arqueadas nas pontas); Por fim, a altura do caule informa os valores médios que as espécies podem atingir, em metros.

Tabela 2 – Avaliação morfológica das copas das palmeiras identificadas

Espécie	Tipo de caule	Forma da copa	Comprimento das pinas apicais	Distribuição das pinas	Disposição das pinas	Altura do Caule(m)
<i>A. dubia</i>	Solitário	Estrelada	Curtas	Regulares, justapostas	Pendentes na ponta	5-25
<i>C. nucifera</i>	Solitário	Estrelada	Longas	Regulares, justapostas	Pendentes	30
<i>E. edulis</i>	Solitário	Estrelada	Curtas	Regulares, afastadas	Pendentes	5-12
<i>S. pseudococos</i>	Solitário	Arredondada	Curtas	Irregulares, justapostas	Arqueadas na ponta	10-15
<i>S. romanzoffiana</i>	Solitário	Arredondada	Longas	Irregulares, afastadas	Arqueadas na ponta	7-15
<i>Archontophoenix</i> sp.	Solitário	Arredondada	Curtas	Regulares, afastadas	Pendentes	15-20
<i>B. gasipaes</i>	Múltiplo	Estrelada	Curtas	Irregulares, justapostas	Arqueadas na ponta	20
<i>E. guineensis</i>	Solitário	Estrelada	Curtas	Irregulares, justapostas	Pendentes na ponta	20-25
<i>E. oleracea</i>	Múltiplo	Estrelada	Curtas	Regulares, afastadas	Pendentes	3-20
<i>R. oleracea</i>	Solitário	Estrelada	Curtas	Irregulares, afastadas	Pendentes na ponta	40
Híbrido	Múltiplo	Estrelada	Curtas	Regulares, afastadas	Pendentes	3-20

5 Considerações Finais

Estes resultados permitiram definir as espécies identificáveis visualmente, avaliar o limite de detecção da imagem, definindo o tamanho mínimo de copa de palmeiras do dossel das regiões de Mata Atlântica, estudadas por sensoriamento remoto. Estas informações são fundamentais para a classificação digital da imagem QuickBird, que deverá ser realizada como próxima etapa do trabalho.

O potencial do sensoriamento remoto para identificar e mapear as palmeiras será avaliado a partir da classificação e identificação digital da Imagem QuickBird. Caso seja possível inventariar os indivíduos a partir desta análise, espera-se poder estimar a produção de frutos nos trechos de Floresta Atlântica a partir do conhecimento da fisiologia das espécies e dos dados de campo.

6 Referências Bibliográficas

ARASATO, L. S.; AMARAL, S. ; RENNÓ, C. D. Detecting individual palm trees (Arecaceae family) in the amazon rainforest using high resolution image classification. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Curitiba. **Anais** do XV SBSR, 2011. p. 7628-7635, 2011.

ARASATO, L.S.; SANTOS, J.R.; MALDONADO, F.D.; AMARAL,S.; RENNÓ, C.D. Detecção de mudança da paisagem a partir de análise multissensor e multitemporal em associação com variáveis geomorfométricas no domínio da Floresta Atlântica. **Revista Brasileira de Cartografia**. NºXX/YY, (ISSN 0560-4612). 2005.

BOVI, M.L.A. O Agronegócio palmito de pupunha. **O Agrônomo**, 52(1):10-12. 2000.

CLEMENT, C.R.; WEBER, J.C.; VAN LEEUWEN J.; DOMIAN, C.A.; COLE, D.M.; LOPEZ, L.A.A.; ARGUELLO, H. Why extensive research and development did not promote use of peach palm fruit in Latin America. **Agroforestry Systems**, 61: 195-206. 2004.

DISPERATI, A.A. e OLIVEIRA FILHO, P.C. R. Delineamento de copas de árvores em fotografias aéreas de alta resolução, através de suas sombras

periféricas: Estudo de caso na Floresta Ombrófila Mista. **Árvore**. Viçosa-MG, v.29, n.2, p.195-202, 2005

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB. Brasília - DF, 2005.

GALETTI, M.; PIZO, M.A.; CERDEIRA, L.P.M. Diversity of functional traits of fleshy fruits in a species-rich Atlantic rain forest. *Biota Neotropica*, v. 11, n. 1, p. 181-193, 2011.

GOMES, P. B.; FERREIRA, M. C.; LINGNAU, C.; BOLFE, É. L.; SIQUEIRA, M.; Segmentação e Classificação de Dossel Florestal em Imagens Quickbird., 10/2008, **VIII Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal**, Vol. 1, pp.563-571, Curitiba, PR, Brasil, 2008

GOMES, P. B. **Análise espacial de espécies arbóreas pertencentes à Floresta Estacional Semidecidual e ao Cerradão baseada em imagens de alta resolução espacial**. Tese (Doutorado em Ciências, Análise Ambiental e Dinâmica Territorial), Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo, 2009.

GONZÁLEZ-OROZCO, C.E. MULLIGAN, M.; TRICHON V.; JARVIS, A. Taxonomic Identification of Amazonian tree crowns from aerial photography. ***Applied Vegetation Science*** Vol 13, Issue 4: 510 - 519. 2000.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R. **Field Guide to the Palms of the Americas**. New Jersey: Princeton University Press, 352 p, 1995.

INSTITUTO FLORESTAL. Plano de manejo. In **Plano de Manejo Alberto Lofgren**. Instituto Florestal, Secretaria do Meio Ambiente do estado de São Paulo, São Paulo, p.1-4, 2009.

JANSEN, P.A.S.A.; BOHLMAN, C.X.; GARZON-LOPEZ, H.; OLFF.H.C.; MULLER-LANDAU; WRIGHT, S.J. Large-scale spatial variation in palm fruit abundance across a tropical moist forest estimated from high-resolution aerial photographs. ***Ecography***. 31, p. 33-42, 2008.

KAMARUZAMAN, J.; MUBEENA, P. **Mapping of individual Oil Palm Trees using Airborne hyperspectral sensing: An Overview.** Applied Physics Research, 1(1). 15-30. ISSN 1916-9639. 2009.

KUX, H. J. H.; PINHEIRO, E. S. Dados do satélite QUICKBIRD para o mapeamento do uso e cobertura da terra numa seção da Mata Atlântica no Estado do Rio Grande do Sul. **Anais** Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 12. Goiânia...São José dos Campos: INPE. p. 4509 – 4516. 2005.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; COSTA, J.T.M.; CERQUEIRA, L.S.C.; FERREIRA, E. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas.** Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum de Estudos da Flora. 432p, 2004.

MACHADO, C. A. S.; QUINTANILHA, J. A. **Módulo de Treinamento: Sistemas de Informações Geográficas (Sig) e Geoposicionamento: Uma Aplicação Urbana.** USP. São Paulo. 2008.

MANTOVANI, J. E. Estudo e monitoramento de animais através do sensoriamento remoto e do geoprocessamento. **Anais** 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.358-367.

MOORE, H.E. 1973. Palms in the tropical forest ecosystems in Africa and South America. *In*: MEGGERS, B.J.; AYENSY, E.S.; DUCKWORTH, W.D. (eds.). **Tropical forest ecosystems in Africa and South America: a comparative review.** Washington DC, Smithsonian Institution Press, p. 63-88.

MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G. FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** 403:853-858.

PAVÃO, M.; TALPO, E. Inventário florestal do Estado de São Paulo: monitoramento da cobertura vegetal natural da Região Administrativa do Vale do Paraíba. **IF Sér. Reg.** São Paulo, n. 31, p. 93-96, jul. 2007.

PINHEIRO, E. S.; KUX, H. J. H.; VILLWOCK, J. A., O potencial de imagens quickbird para análise do relevo de um setor do planalto das araucárias - RS: Centro de Pesquisas e conservação da natureza Pró-Mata. Revista **Brasileira de Geomorfologia.** Ano 6, nº 2. 65-73. 2005.

SETTE, P. G. C.; MAILLARD, P. Análise de textura de imagem de alta resolução para aprimorar a acurácia da classificação da mata atlântica no sul da Bahia. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos SP: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2011. v. 1. p. 2020-2027, 2011.

SHIMABUKURO, Y.E.; MAEDA, E.E. ; FORMAGGIO, A. R. Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas aplicados ao estudo dos recursos agrônômicos e florestais. **Revista Ceres**, v. 56, p. 399-409, 2009.

TOLEDO, M.C.B.; FISCH, S.T.V. Bases cartográficas para armazenamento e análise espacial de dados da diversidade de palmeiras em um trecho de Mata Atlântica, Ubatuba-SP. **Biota neotropica**, 6 (1), 2006.

VELASCO, G. D. N.; POLIZEL, J. L.; COLTRI, P. P.; LIMA, A. M. L. P.; SILVA FILHO, D. F. **Aplicação do índice de vegetação NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) em imagens de alta resolução no município de São Paulo e suas limitações**. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. v. 2, número 3, 2007.

XIMENES, A. C.; AMARAL, S. Predição de parâmetros estruturais de florestas tropicais a partir de técnicas de Transformada de Fourier e delimitação manual de copas aplicadas em imagens de alta resolução espacial. **Caminhos de Geografia (UFU)**, v. 11, p. 202-207, 2010.