

Diagnóstico ambiental das áreas de entorno das Lagoas da APA Lagoas e Dunas do Abaeté por meio de imagens de satélite

QUARTAROLI¹, C. F., ZUCCARI², M.L., SILVA³, E. M. da.

¹Cláudio Ferraz de Queiroz, Empresa Monitoramento por Satélite, Campinas - SP - quarta@comembrapa.br
²Maria Lucia Zuccari, Empresa Monitoramento por Satélite, Campinas - SP - mlicca@comembrapa.br
³Eduardo Mendes de Silva, Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA - dasilva@ufba.br



A Área de Proteção Ambiental (APA) Lagoas e Dunas do Abaeté, localizada em Salvador (BA), compreende área ocupada por dunas de areias quartzosas, de coloração branca e de grande permeabilidade, potencialmente favoráveis a acumulação de água subterrânea, que constituem a zona de recarga das lagoas existentes no local. O alto valor ambiental e paisagístico e a importância turística e cultural das lagoas e das dunas têm levado a iniciativas de conservação da área, como a criação da APA. Trata-se de um ecossistema bastante frágil, que vem sofrendo intervenções pela expansão urbana e demográfica de Salvador. A impermeabilização de áreas do entorno pode provocar a redução do espelho d'água das lagoas. A superficialidade do lençol freático e a elevada permeabilidade das dunas tornam o local vulnerável à infiltração de cargas poluentes geradas por processos de ocupação. O desmatamento das dunas provoca a renobilização das areias pela ação dos ventos e deslocamentos das faces antes estabilizadas pela vegetação, o que pode causar o assoreamento ou mesmo o soterramento das lagoas.

Por meio da interpretação e classificação de imagens do satélite QuickBird de dezembro de 2005, foram mapeadas e quantificadas as áreas impermeabilizadas, as áreas vegetadas e as áreas de dunas expostas, de dunas com vegetação e dunas com deposição de materiais alóctenos localizadas dentro da APA e em seu entorno. Os resultados obtidos mostram áreas no entorno da APA fortemente urbanizadas, com alto índice de impermeabilização nas proximidades das lagoas, embora ainda predominem áreas com dunas expostas ou vegetadas, observa-se a presença de lotamentos, construções, deposição de material argiloso e estabelecimento de sistema viário com ou sem impermeabilização do solo. Esse mapeamento permitiu avaliar o grau de intervenção antropica no ambiente ao redor das principais lagoas do local e estimar o impacto dessa intervenção sobre suas águas.

A integridade dos ecossistemas aquáticos na APA Lagoas e Dunas do Abaeté está ameaçada pela expansão urbana que vem ocorrendo sobre a área. Esses ecossistemas sofrem influência direta dos tipos de uso e cobertura das terras existentes no local. Estudos integrados de todos os componentes aquáticos e terrestres do ecossistema são necessários para o entendimento das relações entre os diversos usos e coberturas, a qualidade da água e a integridade desses ambientes naturais fragmentados. As imagens de satélite e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) são ferramentas úteis para esses estudos porque fornecem dados espaciais de alta qualidade em exatidão e precisão. Dessa forma, o impacto existente e o grau de fragilidade desses ambientes poderá ser avaliado, gerando informações úteis ao planejamento, gerenciamento, monitoramento e manejo desse território.

- Avaliar a intervenção antropica nas áreas de entorno das Lagoas da APA Lagoas e Dunas do Abaeté por meio do mapeamento dos diferentes tipos de cobertura das terras do local, feito a partir da margem de cada lagoa.
- Avaliar a intervenção antropica sobre as lagoas a partir dos dados de cobertura das terras de suas proximidades e da distância que essas coberturas se encontram das margens das lagoas.

Foram selecionadas para estudo as lagoas dentro da APA Lagoas e Dunas do Abaeté. Essas lagoas apresentavam em dezembro de 2005 um espelho d'água suficiente para serem claramente detectadas e delimitadas em imagens do satélite QuickBird.

O mapa de cobertura das terras na área ao redor das lagoas selecionadas foi feito a partir da classificação digital supervisionada de uma imagem com 4 bandas resultantes da fusão das quatro bandas multiespectrais originais da imagem do satélite QuickBird de dezembro de 2005 com a banda pancromática da mesma imagem. O processo de fusão permitiu melhorar a resolução espacial das bandas multiespectrais de 2,4 m para 0,90 m, a mesma da resolução original da banda pancromática. No processo de classificação utilizou-se o algoritmo de máxima verossimilhança, com amostras de treinamento das classes de cobertura delimitadas visualmente sobre a imagem. As classes resultantes do processo de classificação podem ser observadas na Tabela 1. No processo de fusão das imagens utilizou-se o software ERDAS IMAGINE. A classificação das imagens foi realizada com o software ENVI.

Foram delimitados os pontos com até 1000 m de distância da margem de cada lagoa. Esses pontos foram divididos em 6 faixas de distâncias de 0 m a 50 m, de 50 m a 100 m, de 100 m a 200 m, de 200 m a 300 m, de 300 m a 500 m e de 500 m a 1000 m. A área de cada classe de cobertura das terras situada dentro de cada faixa de distâncias foi calculada. A delimitação e o cálculo das áreas foram realizados com o auxílio do software ARCGIS.

A cada classe de cobertura das terras atribuiu-se um peso indicativo do grau de intervenção antropica na paisagem. O peso maior (10) atribuiu-se às coberturas indicadoras de alta intervenção antropica na paisagem, caracterizadas por áreas impermeabilizadas. O peso 1 foi atribuído às coberturas arbóreas e arbustivas, supondo que essas áreas tenham sido pouco alteradas e aproximam-se bastante da cobertura original das terras do local. Pesos intermediários foram atribuídos às outras classes (Tabela 1). As áreas ocupadas pelas próprias lagoas ou outros corpos d'água não foram consideradas.

Classe	Peso (p)	Classe	Peso (p)
1) impermeabilizado	10	5) dunas expostas	3
2) vegetação arbórea	10	6) lagoas e outros corpos d'água	2
3) vegetação arbustiva	10	10) vegetação nativa	1
4) vegetação herbácea	10	11) vegetação lençóis	2
5) lagoas e outros corpos d'água	2	12) vegetação lençóis	3
6) lagoas e outros corpos d'água	2	13) vegetação lençóis	3

Considerando a área de cada classe de cobertura na faixa de 0 a 1000 m contadas a partir da margem da lagoa e os pesos indicativos do grau de intervenção antropica (Tabela 1) foi calculado o índice IE (Equação 1) que permitiu determinar qual lagoa tem sua área de entorno com maior intervenção antropica. Esse índice e uma razão entre a situação da cobertura real e uma situação hipotética (IE₀), toda a área de entorno real ocupada por coberturas associadas ao mesmo grau de intervenção antropica (peso 10).

$$IE = \frac{\sum_{j=1}^n A_j \times p_j}{\sum_{j=1}^n A_j \times 10}$$

onde:
 A_j = a área da classe de cobertura j e p_j o peso indicativo do grau de intervenção antropica associado a essa classe.

Um segundo índice (Equação 2) foi calculado com o objetivo de identificar as lagoas mais afetadas pela intervenção antropica em suas proximidades. Esse índice considera a área das diferentes classes de cobertura das terras no entorno da lagoa, o grau de intervenção antropica associado a essas coberturas (Tabela 1) e a distância dessas coberturas a margem da lagoa. A área de entorno das lagoas foi dividida em seis faixas de distância e a cada faixa foi atribuído um peso (Tabela 2). Esse índice também é uma razão entre a situação da cobertura real e uma situação hipotética, na qual toda a área de entorno real ocupada por coberturas associadas ao mais alto grau de intervenção antropica (peso 10).

$$IL = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^6 \frac{A_{ji}}{A_j} \times p_j \times d_i}{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^6 \frac{A_{ji}}{A_j} \times p_j \times d_i \times 10}$$

onde: A_j = a área da classe j de cobertura das terras na faixa de distância i, p_j o peso atribuído a classe de cobertura j e d_i o peso atribuído a faixa de distância i.

Tabela 2 - Pesos atribuídos a cada faixa de distâncias contadas a partir da margem das lagoas.

Faixas de distâncias	Peso (d)	Faixas de distâncias	Peso (d)
1) de 0 m a 50 m	10	4) de 200 m a 300 m	4
2) de 50 m a 100 m	8	5) de 300 m a 500 m	2
3) de 100 m a 200 m	6	6) de 500 m a 1000 m	1

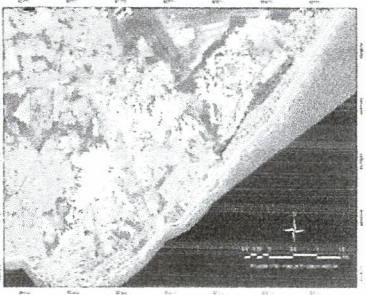


Figura 1 - Imagem QuickBird da APA Lagoas e Dunas do Abaeté (dezembro 2005) com as lagoas selecionadas para o estudo.

A Figura 2 apresenta os mapas de cobertura das terras do entorno de cada lagoa. Em linhas brancas estão os limites das faixas de distâncias contadas a partir da margem de cada lagoa. Os índices IE e IL para cada lagoa são apresentados na Figura 3.

Embora os índices são razões entre a situação real e uma situação hipotética, na qual toda a área de entorno real ocupada por coberturas associadas ao mais alto grau de intervenção antropica (peso 10). Portanto, quanto mais próximas essas índices estiverem de 1, maior o grau de intervenção antropica. Quando se analisa a situação do entorno (índice IE) observa-se que a área ao redor da Lagoa 1 (Lagoa do Abaeté) e a que apresenta maior intervenção antropica, caracterizada sobretudo pela densa malha urbana e terrenos impermeabilizados. Apesar disso, o impacto dessas intervenções sobre suas águas pode ser menor que em outras lagoas, como indica o índice IL. As áreas bem próximas da margem dessa lagoa são caracterizadas por baixa intervenção antropica (dunas e áreas vegetadas).

O entorno da Lagoa 2, em geral, é menos urbanizado e consequentemente apresenta índice IE menor que o da Lagoa 1, porém a intervenção antropica sobre essa lagoa tende a ser semelhante à da Lagoa 1, por possuir áreas em urbanização bem próximas a sua margem.

A Lagoa 3 possui grandes áreas urbanizadas ou em processo de urbanização em seu entorno (até 1000 m de sua margem). Consequentemente apresenta o segundo maior valor de IE das lagoas analisadas. Situada dentro de um clube recreativo e esportivo, destaca-se pela presença de áreas construídas e impermeabilizadas a curta distância de sua margem, o que resulta no mais alto valor de IE. Isso indica que a Lagoa 3 sofre a maior intervenção antropica em suas águas.

Os índices obtidos indicam que a Lagoa 5 e a que sofre menor intervenção antropica. Situada em meio a dunas no centro da APA, sua margem está relativamente longe das áreas urbanizadas. Como consequência apresenta os menores valores de IE e IL entre as lagoas analisadas. As lagoas 6 e 4 ocupam um posição intermediária entre as lagoas analisadas. Apresentam áreas com baixa intervenção antropica em curtas distâncias de suas margens (0 m a 100 m), porém essas intervenções aumentam com a distância em diversas áreas em processo de urbanização e áreas já urbanizadas.

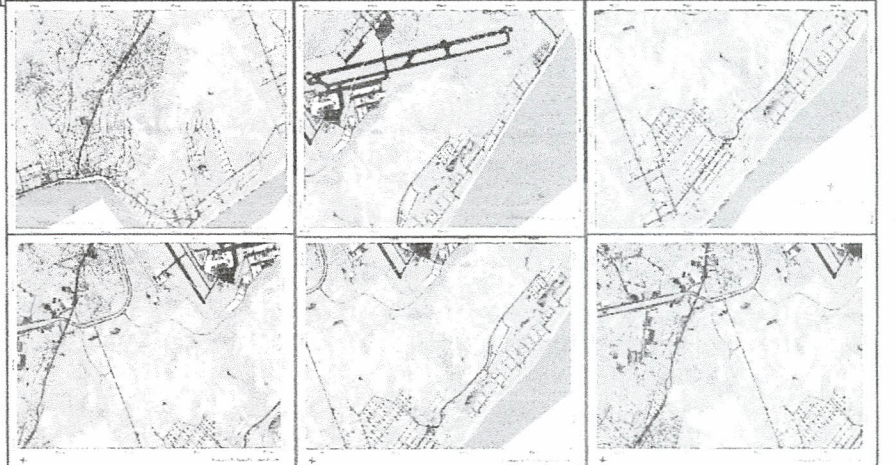


Figura 2 - Mapas de cobertura das terras do entorno das lagoas selecionadas para o estudo com as respectivas faixas de distâncias contadas a partir da margem de cada lagoa.

O mapa de cobertura das terras revela-se útil para avaliar a intervenção antropica no entorno das lagoas da APA Lagoas e Dunas do Abaeté a partir da atribuição de pesos para cada classe de cobertura que indicam os graus de intervenção antropica associados a essas classes. O mesmo mapa pode fornecer um indicativo do grau de intervenção antropica sobre as águas das lagoas quando as áreas de cada classe de cobertura das terras forem ponderadas não só pelo seu grau de intervenção antropica, mas também pela distância que se encontram da margem das lagoas, supondo que quanto mais próximas da margem, maior vai ser sua influência sobre as águas das lagoas.