

MAPEAMENTO MULTITEMPORAL DE ÁREAS DE SALINAS A PARTIR DE FOTOGRAFIAS AÉREAS E IMAGENS DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL

Evelyn de Castro Porto Costa¹

Mikaella Pereira dos Santos²

Jéssica Gonçalves Oliveira da Silva³

Vinicius da Silva Seabra⁴

8

Resumo. O presente trabalho faz parte de uma proposta maior, cujo objetivo é realizar mapeamentos multitemporais do entorno da Lagoa de Araruama. Os mapeamentos foram elaborados por meio de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, sendo utilizadas fotografias aéreas do ano de 1976, e cenas de imagens de satélite WorldView 2 do ano de 2017. Dessa forma, foram realizados processos de georreferenciamento, segmentação e classificação visual, a fim de identificar as áreas de salinas, bem como, suas substituições por novos usos e coberturas. Como resultado foram gerados mapeamentos temáticos de 1976 e 2017, possibilitando a análise da distribuição das salinas ao entorno da laguna em uma perspectiva temporal, sendo possível identificar onde sucederam as principais substituições de usos e coberturas, identificando as áreas onde ocorreram regenerações de vegetação natural e as áreas que tem sofrido especulação imobiliária, com avanço urbano sobre as salinas.

Palavras-chave: Fotografia aérea, WorldView 2, Segmentação, Salinas.

MULTITEMPORAL MAPPING OF AREAS OF SALINAS FROM AERIAL PHOTOGRAPHS AND HIGH SPACE RESOLUTION IMAGE

Abstract. The present work is part of a larger proposal, whose objective is to carry out multitemporal mapping of the surroundings of the Araruama Lagoon. The mappings were elaborated using remote

¹ Mestranda em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), evelynportocosta@yahoo.com.br;

² Graduanda em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), pmikaella2@gmail.com;

³ Graduanda em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), jessica.oliveira.jsc.g@gmail.com;

⁴ Docente do Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Formação de Professores (UERJ/FFP), vinigeobr@yahoo.com.br.

sensing and geoprocessing techniques, using aerial photographs of the year 1976 and scenes of WorldView 2 satellite images from the year 2017. In this way, georeferencing, segmentation and visual classification processes were performed, in order to identify saline areas as well as their substitutions for new uses and coverages. As a result, thematic mappings of 1976 and 2017 were generated, making it possible to analyze the distribution of salinas to the lagoon environment in a temporal perspective. It was possible to identify where the main substitutions of uses and coverages occurred, identifying the areas where regenerations of natural vegetation occurred and the areas that have suffered real estate speculation, with urban advancement in salina areas.

Keywords: Aerial photography, World View, Segmentation, Classification, Salinas.

MAPEAMIENTO MULTITEMPORAL DE ÁREAS DE SALINAS A PARTIR DE FOTOGRAFÍAS AÉREAS E IMÁGENES DE ALTA RESOLUCIÓN ESPACIAL

Resumen. El presente trabajo forma parte de una propuesta mayor, cuyo objetivo es realizar mapeos multitemporales del entorno de la Laguna de Araruama. Los mapeos fueron elaborados por medio de técnicas de sensorización remota y geoprocésamiento, siendo utilizadas fotografías aéreas del año 1976, y escenas de imágenes de satélite WorldView 2 del año 2017. De esa forma, se realizaron procesos de georreferenciación, segmentación y clasificación visual, a fin de identificar las áreas de salinas, así como sus sustituciones por nuevos usos y cubiertas. Como resultado se generaron mapeamientos temáticos de 1976 y 2017, posibilitando el análisis de la distribución de las salinas al entorno de la laguna en una perspectiva temporal, siendo posible identificar dónde sucedieron las principales sustituciones de usos y coberturas, identificando las áreas donde ocurrieron regeneraciones de vegetación natural y las áreas que han sufrido especulación inmobiliaria, con avance urbano sobre las salinas.

Palabras clave: Fotografía aérea, WorldView 2, Segmentación, Salinas.

Introdução

Estudos voltados para a compreensão das transformações da paisagem constituem-se como instrumentos essenciais para a Geografia e demais ciências ambientais, já que nos ajudam a observar a organização do espaço e suas mudanças ao longo do tempo. Além disso, pode dar subsídios ao planejamento ambiental e urbano,

apontando quais são as pressões sofridas com essas transformações, podendo prognosticar as consequências que essas mudanças podem resultar (SEABRA, 2012).

O litoral compreende uma área dinâmica que necessita ser planejada e gerida de modo equilibrado e sistêmico, abrangendo as relações entre sociedade e natureza e as transformações sofridas temporalmente. Os diferentes usos do espaço litorâneo para fins de atividades econômicas e ocupação urbana, sem o prévio planejamento e gerenciamento, podem comprometer os ecossistemas litorâneos e sujeitar a população que a ocupa a diversos riscos.

A planície costeira da Lagoa de Araruama está situada no litoral leste fluminense, abrangendo a Lagoa de Araruama e seu entorno, composta por municípios como Araruama, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio e Arraial do Cabo. Esse litoral está inserido em um contexto complexo de sistemas lagunares e ecossistemas vulneráveis, tais como restingas, dunas e cordões arenosos. Além disso, esse litoral possui a presença marcante das salinas ao entorno da laguna de Araruama, que são áreas onde ocorre a cristalização da água salgada para a produção do sal (figura 1).



Figura 1. Ilustração e imagem de satélite das salinas.

No entorno da Lagoa de Araruama a paisagem foi constituída através de mudanças em pequenos e longos intervalos de tempo, ocasionadas pela natureza e pelo homem. Segundo Santos (1988) a paisagem não se cria de uma vez só, mas por acréscimos, substituições; a lógica pela qual se fez um objeto no passado era a lógica da produção daquele momento. Lang & Blaschke (2009), também destacam as mudanças

relacionadas aos sistemas ambientais, em que as paisagens estão submetidas a uma mudança natural gradual, isso vale independentemente da influência humana.

Historicamente, a atividade econômica mais forte da região era a produção de sal, devido a peculiaridade físico-química da Lagoa de Araruama e do clima semiárido da região. Segundo Christovão (2011), com o fechamento da Álcalis, em Arraial do Cabo, na década de 80 ocorre o declínio das atividades salineiras nessa região, impulsionando o avanço do turismo e dos agentes imobiliários. Com o caimento das atividades salineiras, grande parte das salinas encontram-se desativadas e em desuso, fazendo como que gradualmente as salinas sejam substituídas por novos usos.

Uma das problemáticas envolvidas na transformação dessa paisagem são os novos usos dados às áreas de salinas, que sofrem constantes pressões socioeconômicas e acabam se tornando loteamentos e empreendimentos comerciais às margens da laguna. Tais transformações alteram a paisagem local e impactam diretamente os sistemas lagunares e seus ecossistemas, podendo ocasionar prejuízos como a poluição das águas da laguna e promover a intensificação do seu assoreamento.

Segundo Castro (1995), alguns dos problemas envolvidos no aterramento de salinas para a ocupação estão relacionados à alteração do sistema lagunar, mudanças na paisagem, e aumento do assoreamento da laguna, causando a redução do espelho d'água. Muehe (2001) também destaca os problemas associados a expansão da ocupação humana no entorno da Lagoa de Araruama, que desequilibra sistemas naturais, ocasionando desdobramentos tais como: balanço hídrico da laguna, intensificação da erosão marinha, alterações na morfologia da laguna, redução das margens lagunares e intervenções de sedimentos, entre outros.

A partir das leituras dos autores que possuem conhecimentos relacionados a área de estudos, é possível avaliar que as problemáticas ambientais associadas as transformações da paisagem são diversas, tais como: alteração no pH da água (GUERRA, 2008); desenvolvimento de esporões e sedimentação (ALVES, 2006); aumento da vulnerabilidade de aquíferos costeiros (SEABRA, 2007); e alteração na batimetria da laguna (BEZERRA, 2014).

Costa et al, Mapeamento Multitemporal de Áreas de Salinas a partir de Fotografias Aéreas e Imagens de Alta Resolução Espacial

Nesse sentido, a elaboração de mapeamentos temáticos multitemporais, contribui para a análise das principais transformações na paisagem, avaliando o avanço urbano e regeneração de ecossistemas naturais. Tal estudo visa contribuir com o planejamento ambiental e urbano, pois possibilita a compreensão das dinâmicas ambientais e socioeconômicas que essas áreas sofreram, e vem sofrendo, ao longo de 41 anos.

Materiais e Métodos

A elaboração do mapeamento de 1976 foi realizada por meio das fotografias aéreas, do voo de 1976 da Força Aérea Brasileira (FAB). As fotografias aéreas foram solicitadas ao Serviço Geológico do Estado do Rio de Janeiro e disponibilizadas gratuitamente em meio digital. Ao todo, foram fornecidas 56 fotografias aéreas, que contemplam a área da Lagoa de Araruama e seu entorno.

Para ser possível manusear as fotografias em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica), elas passaram pelo processo de georreferenciamento no software *ArcGis*, tendo como referência as imagens de satélite *WorldView 2*, que possui resolução similar a da fotografia aérea. O georreferenciamento foi realizado em coordenadas geográficas, no sistema geodésico WGS 84.

As fotografias aéreas utilizadas possuem boa resolução espacial, o que possibilitou uma análise mais detalhada da área de estudos. Entretanto, ela apresenta uma baixa resolução espectral, com apenas uma banda pancromática. Além disso, é importante mencionar que, devido ao seu armazenamento e desgaste, as imagens obtidas encontram-se com rasuras e degradações, o que influenciou diretamente no seu tratamento digital e classificação.

O mosaico de fotografias aéreas foi elaborado pelo software *Erdas* (figura 2), através da ferramenta *MosaicPro*, realizando assim, um excelente resultado de agrupamento das fotografias aéreas em um único mosaico, facilitando o manuseio das fotografias para os processos seguintes.

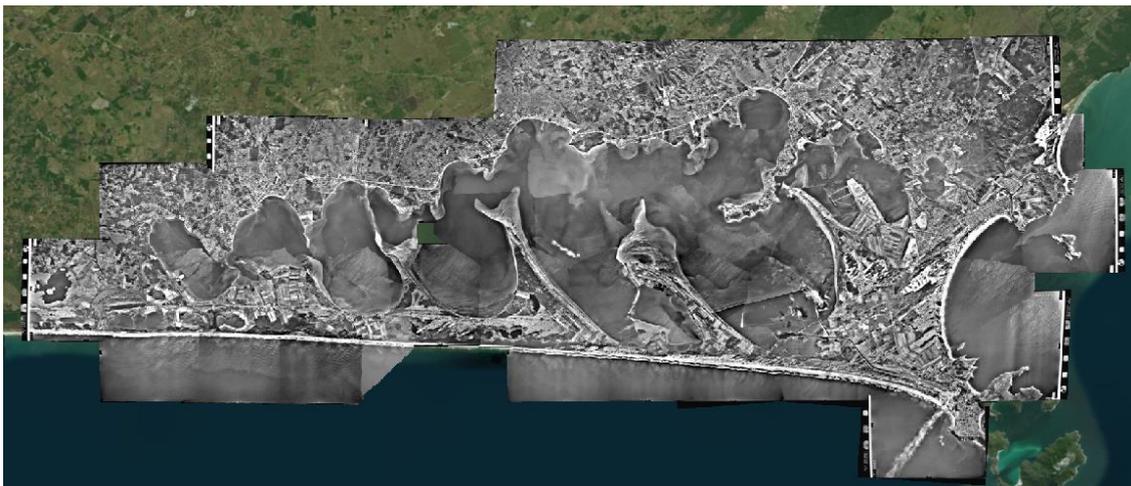


Figura 2. Mosaico das fotografias aéreas utilizadas.

As limitações relacionadas à resolução espectral das fotografias aéreas dificultaram o processo de classificação automatizada, devido à baixa possibilidade de recursos para o processo de modelagem. Assim, o mosaico criado foi inserido no software *eCognition*, para ser trabalhado o processo de segmentação da fotografia.

Segundo Florenzano (2011), a segmentação de imagens é um processo computacional que permite dividir a imagem em regiões espectralmente homogêneas. Dessa forma, deu-se a segmentação da imagem, que consiste na criação de polígonos que agrupam pixels semelhantes segundo os padrões identificadores. Neste projeto, a segmentação ocorreu com o padrão *multiresolution*, com pesos iguais para todas as bandas utilizadas, admitindo parâmetro de escala 100, forma 0,1 e compacidade 0,5.

Devido às limitações das fotografias abordadas anteriormente, não foi possível realizar uma classificação automatizada, com processos de modelagem do conhecimento e demais recursos. Logo, o processo de segmentação proporcionou a facilitação da etapa de classificação visual, que foi realizado pelo software *Arcgis*, através da ferramenta de edição.

A partir do mosaico de fotografias aéreas, foram classificadas visualmente as áreas de água e salinas, armazenados em formato *shapefile*, possibilitando assim, um mapeamento temático de 1976. Após, foi utilizado o *shapefile* histórico para a classificação visual das áreas recentemente modificadas, a partir das imagens de satélite

WorldView 2, do ano de 2017. Tendo as salinas anteriormente classificadas substituídas por classes como o urbano e restinga.

É importante enfatizar que as áreas classificadas como salinas são áreas que formam o complexo salineiro, como os diques, marnéis e tanques de cristalização de cloreto de sódio. Que segundo Castro (1995), são definidos como:

- Diques: barragem feita de materiais diversos para desviar ou conter a invasão da água do mar ou de rio.
- Marnéis: pré-concentrados de sal, podendo se constituir em valas de infiltração abertas paralelamente a lagunas ou enseadas ou em braços de água barrados com diques.
- Tanques de Cristalização: local em que a água é armazenada para ser cristalizada para a produção do sal.



Figura 3. Identificação dos elementos que compõem as classes de salinas.

Os tanques de cristalização são as principais áreas que compõem as salinas, logo, compõem a maior parte da classificação. Os marnéis são áreas estreitas entre os tanques, sendo as áreas que levam a água até os mesmos. Já os diques são as áreas onde a água da laguna é contida para ser bombeada aos marnéis e tanques, logo, estão

Costa et al, Mapeamento Multitemporal de Áreas de Salinas a partir de Fotografias Aéreas e Imagens de Alta Resolução Espacial

presentes na margem lagunar e avançam para dentro da laguna, pois são construções existentes dentro da laguna para conter a água, impedindo a sua livre circulação.

Resultados e Discussões

Como resultado foram elaborados mapas temáticos do ano de 1976 e 2017, sendo classificados inicialmente as áreas dos corpos hídricos e salinas para o ano de 1976. Para o ano de 2017 gerou-se como resultado novas classes, tais como, urbano e restinga (figura 4).

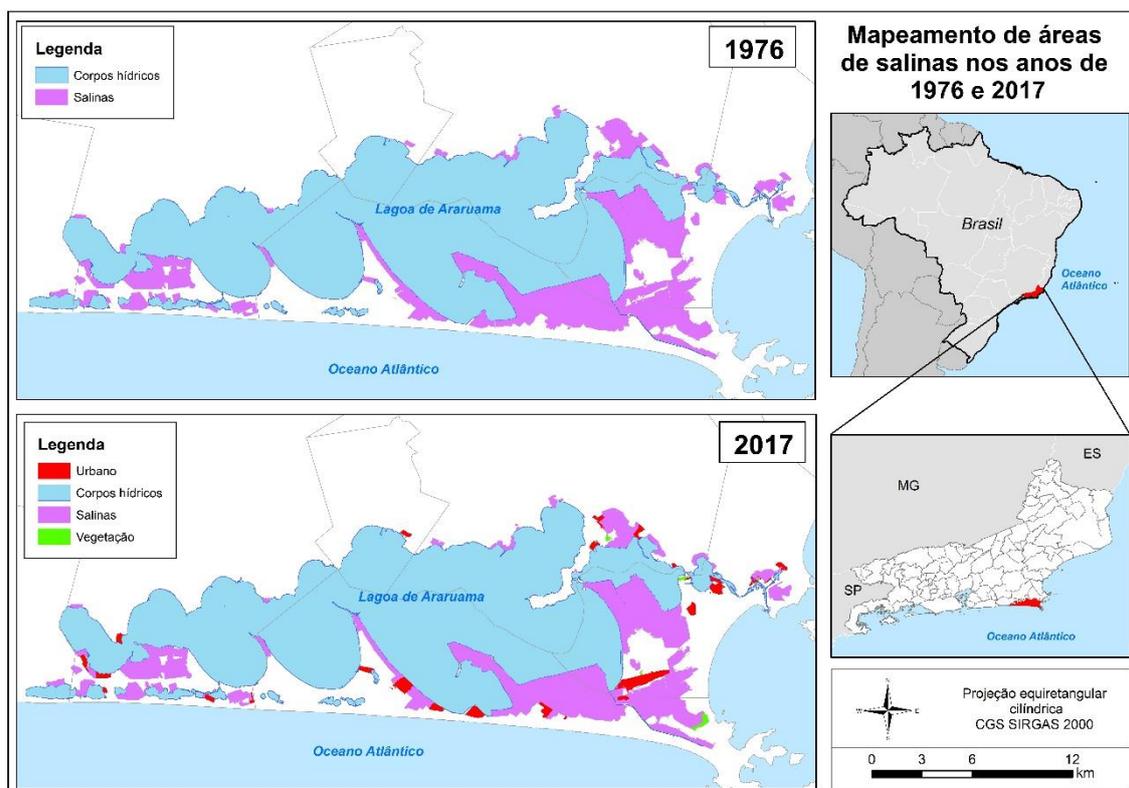


Figura 4. Mapeamento do ano de 1976 e 2017 da área de estudos.

Como é possível observar através do mapa, as salinas encontram-se distribuídas em todo entorno da área da laguna, principalmente no eixo sul e sudeste, estando presente em todos os municípios contemplados pela Lagoa de Araruama.

No mapeamento do ano de 2017, é visto que as salinas perdem seu espaço para as áreas urbanas, o que pode ser explicado pelo crescente avanço do turismo sobre as áreas de antigas salinas e a contínua especulação imobiliária dessas áreas, que são privilegiadas pela sua localização estratégica, próxima às áreas de praias.

Costa et al, Mapeamento Multitemporal de Áreas de Salinas a partir de Fotografias Aéreas e Imagens de Alta Resolução Espacial

Os maiores grupamentos de áreas de salinas estão localizados nos municípios de Araruama, Arraial do Cabo e Cabo Frio, este último, sendo onde está situada a indústria salineira “Sal Cisne”, ainda em plena atividade. Os locais onde se encontram áreas urbanas são áreas de antigas salinas, que hoje se encontram desativadas, e que foram substituídas por empreendimentos e construções.

TABELA 1: DADOS QUANTITATIVOS DOS MAPEAMENTOS.

Ano	1976		2017	
	km ²	%	km ²	%
Água	210,38	76,01	210,72	76,37
Vegetação			0,56	0,20
Salina	65,79	23,77	61,99	22,47
Urbano			2,63	0,95
TOTAL	276,77	100,00	275,91	100,00

Conforme aponta a tabela 1, as áreas de salinas que possuíam 65,79km² hoje possuem 61,99 km², resultado esse explicado pela perda de 1,3% de áreas de salinas substituídas por novos usos e coberturas, principalmente uso urbano e a presença de vegetação. As áreas urbanas substituíram cerca de 2,63 km² de áreas de antigas salinas, o que corresponde a aproximadamente 1% das áreas de salinas substituídas.

É importante salientar que as áreas urbanas estão distribuídas em diferentes municípios da área de estudo, ou seja, houve perdas de salinas em todos os municípios. Pode ser analisado através do mapa, que as áreas de salina ao entorno das classificações urbanas, tendem a serem substituídas por urbano com o passar dos anos, devido à forte pressão que esses pequenos núcleos tendem a ocasionar.

Outra classe que substituiu as salinas foram as áreas classificadas como casuarinas, que estão distribuídas em 0,20% da área de antigas salinas. Como pode ser analisado no eixo sudeste, na localidade de Arraial do Cabo, tem ocorrido a sinalização da presença de vegetações da espécie exótica. Inicialmente, foram identificadas como restingas, entretanto, após a realização de um trabalho de campo na área de estudos, foi possível identificar que essa vegetação se trata da espécie exótica identificada como casuarinas, que é uma espécie exótica que têm se dissipado muito rapidamente nesse litoral, ocupando áreas de antigos tanques de cristalização de salinas.

A partir do mapa síntese (figura 5), é possível identificar as áreas que eram salinas e hoje são áreas urbanas ou vegetações.

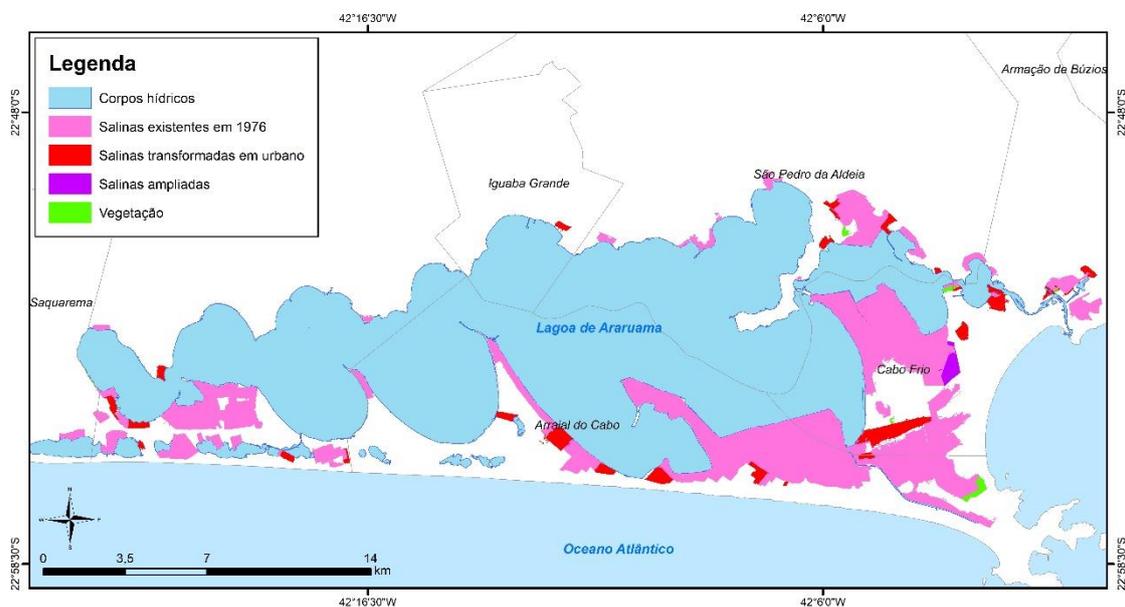


Figura 5. Mapeamento multitemporal das transformações da paisagem ao entorno da Lagoa de Araruama entre os anos de 1976 a 2017.

Conclusões

Tendo em vista as limitações encontradas para a realização do mapeamento, as metodologias adotadas se mostraram satisfatórias e contemplaram o seu objetivo. A partir das análises realizadas através dos mapas, é possível considerar que a presença predominante de áreas urbanas em locais que anteriormente eram salinas ocasiona uma expressiva vulnerabilidade socioambiental a Lagoa de Araruama, visto que esse avanço tende a comprometer ainda mais a saúde da laguna, que pode vir a sofrer com despejo de esgotos não tratados, intensificação do processo de assoreamento, contaminação de aquíferos, alteração do pH da água, entre outros.

Atualmente, as salinas resguardam parte do entorno sul e leste da Lagoa de Araruama, tendo em vista que a região norte da margem lagunar é tomada por construções de condomínios e loteamentos. Dessa forma, as salinas ainda existentes, ainda que desativadas, ajudam a resguardar parte do corpo hídrico e suas áreas de APP de lagoa.

Costa et al, Mapeamento Multitemporal de Áreas de Salinas a partir de Fotografias Aéreas e Imagens de Alta Resolução Espacial

É importante ressaltar que esse trabalho faz parte de um projeto inicial de mapeamento multitemporal de uso e cobertura da terra, que visa analisar as substituições de usos e coberturas presentes na planície costeira da Lagoa de Araruama, possibilitando estudos mais aprofundados sobre as dinâmicas da paisagem nessa área de grande demanda turística e constantes transformações.

Como desdobramentos futuros, pretende-se realizar mapeamentos que identifique as salinas em atividade e as desativadas. Além disso, pretende-se aumentar a amplitude temporal em estudo, mapeando as áreas de salinas em fontes históricas anteriores a 1976, a fim de mapear a evolução das áreas de salinas, desde sua implementação até a sua substituição, possibilitando análises em projeções futuras.

Referências Bibliográficas

ALVES, A. *Modelagem numérica aplicada ao estudo da origem e evolução morfológica dos esporões da lagoa de Araruama-RJ*. Rio de Janeiro, Brasil: Universidade Federal Fluminense, Tese de Doutorado, 99p, 2006.

BEZERRA, Y. *Sísmica rasa de alta resolução na Lagoa de Araruama*. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2014.

CASTRO, D. *Gestão Ambiental: aspectos técnico-científicos e políticos-institucionais. Caso Região dos Lagos, RJ*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Rio de Janeiro: UFRJ, 1995. 140p.

CHRISTÓVÃO, J.H. O. *Do sal ao sol: a construção social da imagem do turismo em Cabo Frio*. Dissertação (Mestrado em História Social). São Gonçalo: UERJ/FFP. 2011. 145p.

FLORENZANO, T.G. *Iniciação em Sensoriamento Remoto*. 3ª Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128p.

GUERRA, L. V. *Processos microbiológicos e composição da matéria orgânica relacionados à eutrofização de uma lagoa costeira hipersalina*. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2008.

Costa et al, Mapeamento Multitemporal de Áreas de Salinas a partir de Fotografias Aéreas e Imagens de Alta Resolução Espacial

LANG, S.; BLASCHKE, T. *Análise da Paisagem com SIG*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

MUEHE, D. 1994. *Lagoa de Araruama: geomorfologia e sedimentação*. Cadernos de Geociências. p. 53-62. Rio de Janeiro, IBGE, 1994.

SANTOS, M. *Metamorfose do espaço habitado*. São Paulo: HUCITEC. 1988.

SEABRA, V.S. *Utilização de Técnicas de Geoprocessamento no Estudo de Vulnerabilidade dos Aquíferos Costeiros do Leste Fluminense*. Rio de Janeiro, UFRJ/PPGL, 126p. 2007.

SEABRA, V.S. *Análise da Paisagem em apoio aos estudos de favorabilidade à recuperação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São João*. Tese (Doutorado em Geografia). Rio de Janeiro: UFRJ, 2012. 244p.

Data de Submissão: 20/11/2018

Data da Avaliação: 10/12/2018