

Uso em SIG para análise de Carbono em salinas solares

Ana Caroline Damasceno Souza¹
Lucivan de Medeiros Sena¹
Renato de Medeiros Rocha¹
Diógenes Félix da Silva Costa¹

¹ Laboratório de Monitoramento Ambiental / Departamento de Geografia
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (Campus de Caicó)
Caixa Postal - 59.300-000 - Caicó-RN, Brasil.
anacarolinedamasceno@hotmail.com; lucivanlabesa.ufrn@gmail.com;
renatoaico@yahoo.com.br; diogenes.geo@gmail.com;

Abstract. Solar saltwoks are artificial ecosystems formed by interconnected ponds for the purpose of extraction of sodium chloride. In this research are analyzed the Salinas Miramar and Francisco Menescal located at northern coast of Rio Grande do Norte State. This environment is determined by the geographical space and external factors natural external factors that are of great relevance to the biota, but small studied and there are few existing studies. In this sense, to mapping spatial distribution of carbon and improve the efficiency of the management of saline are used as new techniques is proposed in this paper the use of Geographic Information System – GIS for spatial modeling method in order to analyze the ecological processes at different scales, and assess the parameters the distribution of hydrogeochemical variables in solar saltworks. This method made it possible to compare the spatial variation of the following parameters: salinity, pH, Total Carbon, Total Inorganic Carbon and Total Organic Carbon. The analysis of these parameters proved to be interesting by using different values in the evaporators, which used data represented in a GIS to compare the parameters between saline, this approach proved to be a practical tool for proper management of solar salt (economic activity) and ecosystem managed.

Palavras-chave: Salt production, Management, GIS, Triangular Irregular Network, Brazil, Produção de sal, SIG, Triangular Irregular Network, Brasil.

1. Introdução

As salinas solares são ecossistemas artificiais formados por evaporadores interconectados com finalidade de extração de cloreto de sódio Javor (1989). A profundidade dos tanques diminui gradativamente aumentando a salinidade, sendo passada ou bombeada pela gravidade até que chegue ao objetivo final. Cada etapa deste processo é importante para equilibrar a biota que se adequou ao ecossistema salínico Pedrós-Alió et al. (2000).

As salinas dependem do espaço e dos fatores externos que muito variam para manter a eficiência da gestão das salinas Oren (2000). No entanto, são ecossistemas de bastante relevância em termos bióticos são pouco estudados para auxiliar o desenvolvimento da gestão da salmoura Laborde (1983); Davis (2009).

Todavia, são introduzidas técnicas inovadoras para analisar o habitat a fim de identificar os ecossistemas Dufrene e Legendre, (1997); Wetzel e Likens, (2000); Murtaugh e Pooler, (2006). Existe a necessidade de inserir procedimentos rigorosos para o monitoramento e gestão em ecossistemas extremos para aprimorar o desenvolvimento da empresa cuja finalidade é ter uma eficiência cada vez maior na extração de sais (De Medeiros Rocha et al., 2012). O presente artigo sugere o uso do método de modelagem espacial TIN (*Triangular Irregular Network*), para analisar a distribuição das variáveis hidrogeoquímicas em uma salina solar, este método possibilitou comparar a variação espacial entre duas salinas dos parâmetros de Salinidade, pH, Carbono Total, Carbono Inorgânico Total e Carbono Orgânico Total.

2. Metodologia de Trabalho

2.1 Área de estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida em duas salinas, na Salina Miramar localizada em Areia Branca/RN, delimitada pelas coordenadas: 4°57'S e 37°07'W capta água direto do mar, e a Francisco Menescal localizada entre os municípios de Areia Branca e Mossoró/RN, delimitada pelas coordenadas: 5°01'30"S e 37°09'W que capta água na porção intermediária do estuário do Rio Apodi-Mossoró, no litoral setentrional do estado do Rio Grande do Norte.

2.2 Amostragem e análise de amostras

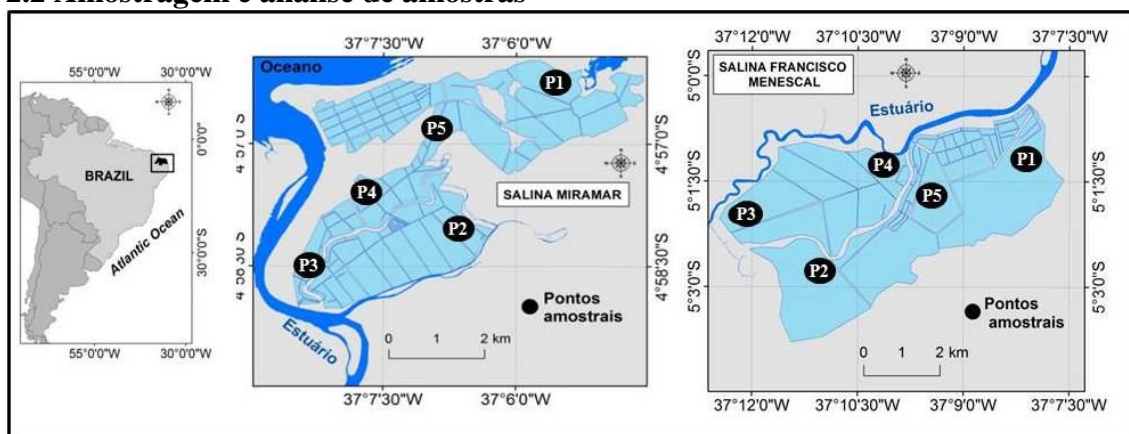


Figura 1. Mapa de localização dos pontos amostrais das salinas Miramar (lado esquerdo) e Francisco Menescal (lado direito).

2.3 Plotagem de pontos e criação de grades geométricas

Para a avaliação da viabilidade da técnica de modelagem espacial no monitoramento dos parâmetros hidrogeoquímicos para criar os modelos em SIG, foi utilizado o *software* SPRING 5.1.6 Camara et al. (1996).

Esta etapa sucedeu em criar duas grades de modelagem, uma triangular e outra retangular. Para a grade triangular – TIN (*Triangular Irregular Network*) foi escolhido o tipo “Delaunay”, com linha de quebra, com as seguintes referências, nível de tolerância entre as linhas = 16,0, a distância entre isolinhas = 320,0 e tolerância de linhas de quebra = 16,0. Assim resultando na definição da triangulação com menor margem de 3,2 metros.

Posterior a etapa de definição da triangulação e a resultante do processo, foi elaborado a grade retangular, com base em dados numéricos da grade triangular (TIN), utilizando um interpolador do tipo “linear”. Considerando a área das salinas (2.10^7 m^2), foi selecionado o valor de 50 metros (erro admissível $< 20 \text{ m}$, escala 1:100.000) para o eixo X e Y, com pixel de 250 m^2 na imagem resultante, em tonalidade cromal (adotando valores cromáticos em falsa cor). Finalizando, a grade representa uma série de valores para cada pixel localizado entre os pontos de amostra, gerando uma modelagem numérica que resulta em uma falsa coloração, sendo atribuído um nível de tonalidade cromático em falsa cor delimitado na elaboração do TIN.

3. Resultados e Discussão

Nos parâmetros de salinidade, as zonas de evaporação e de concentração foram subdivididas em 03 setores: inicial, intermediário e final Davis, (2000); Oren (2009); López et al., (2010); Costa (2012). Nesse contexto, a Figura 2A mostra a existência de um setor de evaporação inicial, com valores entre 40 e 90 g/L, intermediário de 120 a 150 g/L e final com setor acima de 200 g/L. No setor inicial, toda a salmoura é deslocada para pequenos tanques onde a profundidade é maior diminuindo gradativamente até chegar a precipitação final de cloreto de sódio nos tanques com profundidade mais rasa. De acordo com a gestão da salmoura, as duas salinas apresentaram um gradiente espacial ao longo dos evaporadores, iniciando na Salina Miramar com o valor de 40 g/L no setor inicial de evaporação, enquanto que na Salina Francisco Menescal o valor obtido foi de 45 g/L, na zona intermediária os valores ficaram em torno de 137,4 e 147,5 g/L Salina Miramar e Salina Francisco Menescal, respectivamente. No ambiente do setor concentrador (234,8 g/L), a Salina Miramar encontrou os valores mais altos de salinidade, já na Salina Francisco Menescal, os evaporadores finais obtiveram valores mais elevados de 250 g/L.

Em relação ao pH, é mostrado na figura 2B na Salina Miramar o menor valor (7,4) foi identificado nos evaporadores finais, onde o nível de profundidade é menor, no setor inicial os valores foram médios, chegando à 7,9, na porção intermediária obtiveram-se valores altos de 8,5. Já na Salina Francisco Menescal, apresentaram-se os valores mais baixos na zona de evaporação intermediária (6,0), com o aumento para valores intermediários (7,05) no setor final de evaporação e valores elevados (8,1) nos evaporadores iniciais.

Os teores de Carbono Total, na figura 3A foram apresentados na primeira salina, o valor $29,4 \mu\text{L}^{-1}$ foi predominante na zona de evaporação inicial e intermediária, enquanto que na Francisco Menescal, apenas a zona inicial mantém o valor inicial ($28,3 \mu\text{L}^{-1}$), aumentado gradativamente na zona de evaporadores intermediários ($54,6 \mu\text{L}^{-1}$). Por sua vez, na Salina Miramar foram obtidos valores elevados ($82,6 \mu\text{L}^{-1}$) na zona final dos evaporadores, enquanto que na Salina Francisco Menescal foram observados resultados na zona de evaporadores finais de ($81,0 \mu\text{L}^{-1}$).

Quanto aos teores de nutrientes apresentados nas duas salinas, na figura 3B, as concentrações de Carbono Orgânico Total variaram entre os diferentes pontos amostrais, os menores valores na zona de evaporação inicial onde está mais disperso (1,5 e 3,0 μL^{-1} Salina Miramar e Francisco Menescal, respectivamente), com valores médios na zona de evaporação intermediária, chegando aos elevados valores de (49,5 e 44,2 μL^{-1} Salina Miramar e Francisco Menescal, respectivamente) na zona final de evaporação e de cristalização.

O Carbono Inorgânico Total variou ao longo das salinas (figura 3C), em ambas, foram identificados os maiores teores nas zonas de evaporadores finais e cristalizadores (33,1 e 36,1 μL^{-1} Salina Miramar e Francisco Menescal, respectivamente). O valor médio (26,1 μL^{-1}) foi encontrado na zona inicial da Salina Miramar, já na Salina Francisco Menescal o valor médio (31,0 μL^{-1}) foi apresentado no setor intermediário. Os menores valores foram observados concentrados na zona intermediária da Salina Miramar (19,2 μL^{-1}) na Salina Francisco Menescal, tanto no setor inicial quanto à noroeste (25,3 μL^{-1}).

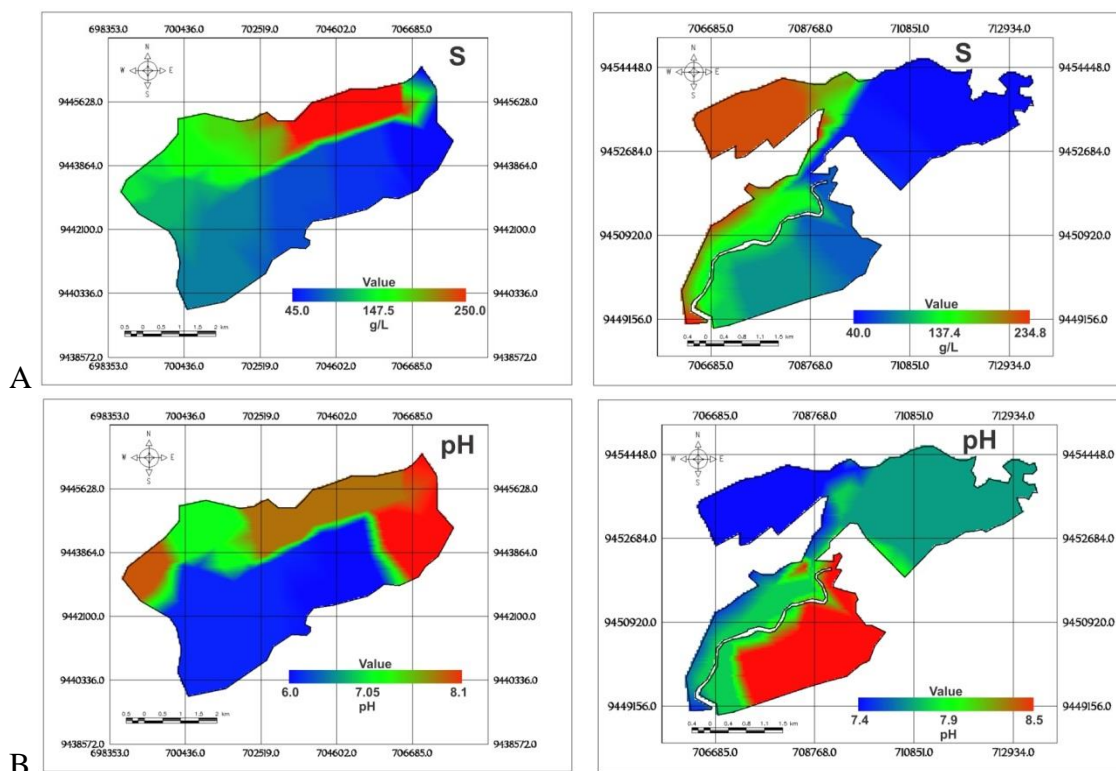


Figura 2. Visão espacial de Salinidade (A) e pH (B) na Salina Francisco Menescal e Miramar.

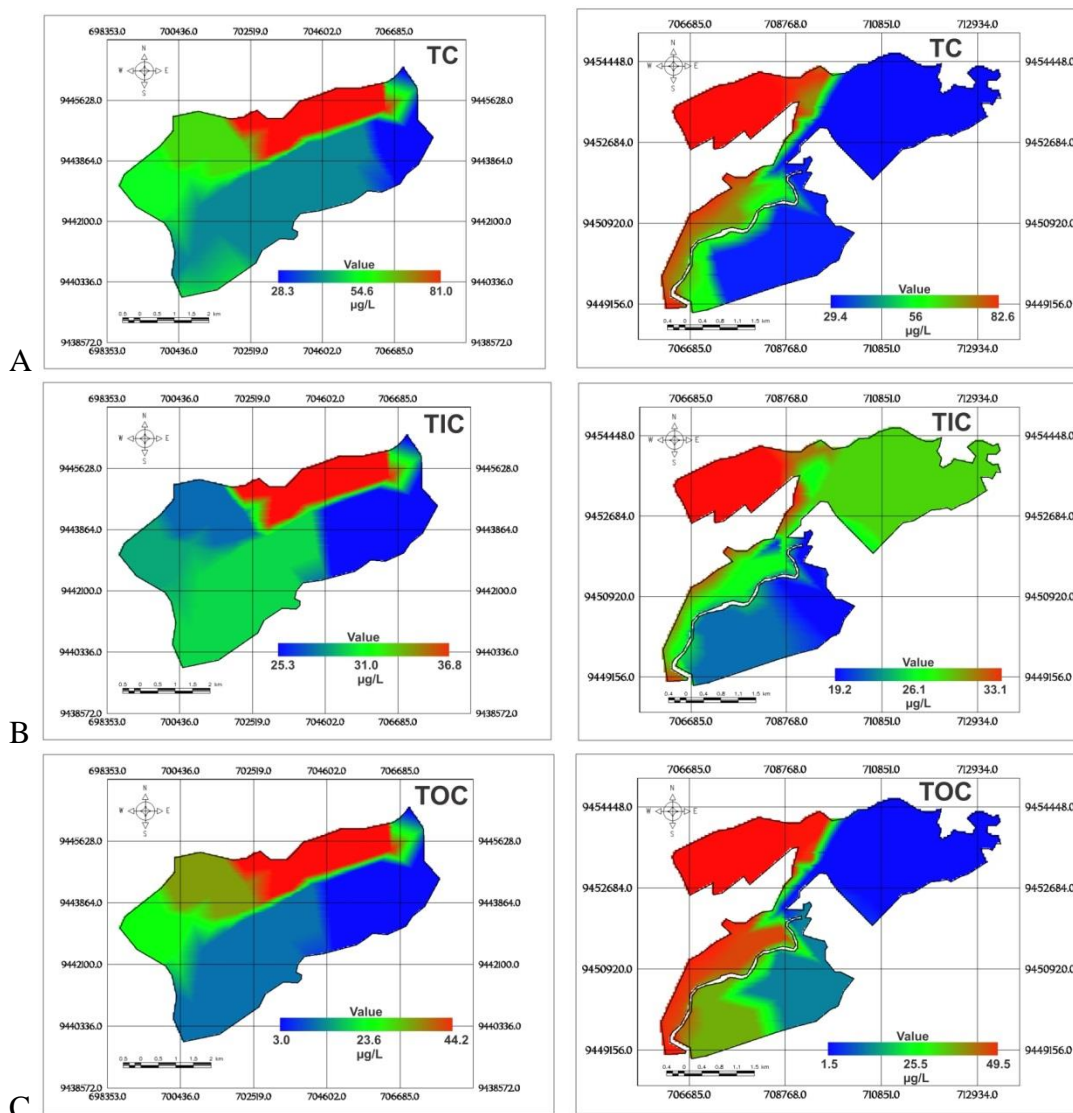


Figura 3. Visão espacial de Carbono Total (A), Carbono Inorgânico Total (B) e Carbono Orgânico Total (C) na Salina Francisco Menescal e Miramar.

4. Conclusões

A presente análise destes parâmetros mostrou-se interessante pela diferenciação dos valores nos evaporadores, sendo utilizados dados representados em SIG para comparar os parâmetros entre as salinas. Este método possibilitou fazer a variação espacial entre duas salinas dos parâmetros de Salinidade, pH, Carbono Total, Carbono Inorgânico Total e Carbono Orgânico Total.

Conforme foi apresentado nos resultados, a profundidade influencia nos valores dos parâmetros, observando-se que os tanques mais profundos são os iniciais, diminuindo gradativamente a profundidade até chegar aos evaporadores finais e cristalizadores.

Assim, o uso de Sistemas de Informações Geográficas no SPRING 5.1.6, *software* usado para distribuir espacialmente os parâmetros de modelagem numérica, pode ser usado como um instrumento para possibilitar aos gestores o gerenciamento e monitoramento em salinas solares eficaz para a administração da empresa.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Monitoramento Ambiental (UFRN – Campus de Caicó) pelo apoio instrumental nos trabalhos de campo e de gabinete. A

UFRN/PROPESQ, pela concessão de bolsa PIBIC, no âmbito do projeto “Caracterização geoambiental e serviços ambientais prestados pelas áreas úmidas salinas e hipersalinas do litoral semiárido do Brasil” (RN/CE) (PVF10463-2014).

Referências

Cairns, J.; McCormick, P.V.; Niederlehner, B.R. A proposed framework for developing indicators of ecosystem health. **Hydrobiologia**, v. 236, p. 1–44, 1993.

Camara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computares & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.

Davis, J. S. Management of biological systems for continuously operated solar saltworks. **Global Nest Journal**, v. 11, n. 1, p. 73-78, 2009.

De Medeiros Rocha, R.; Costa, D.F.S.; Lucena Filho, M.A.; Bezerra, R.M. et al. Brazilian solar saltworks – ancient uses and future possibilities. **Aquatic Biosystems**, v. 8, p. 1 – 8, 2012.

Dufrene, M.; Legendre, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. **Ecological Monographs**, v. 67, p. 345–366, 1997.

Goltzman, H. L.; Clymo, R. S.; Ohnstad, M. A. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. London: Blackweel Sci. Publ., 1978.

Javor, B. J. **Hypersaline environments** - Microbiology and biogeochemistry. New York: Springer Verlag, 1989.

Laborde, M. E. Computer model for the area and performance of solar ponds. **6th Symp. Salt**, v. 11, p. 301–311, 1983.

Murtaugh, P. A.; Pooler, P. S. Evaluating ecological indicators: lakes in the northeastern United States. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 119, p. 83–96, 2006.

Oren, A. Salts and brines. In: Whitton, B. A.; Potts, M. (eds). **Ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000, p 281–306.

Pedrós-Alió, C.; Calderón-Paz, J. I.; MacLean, M. H.; Medina, G.; Marrasé, C.; Gasol, J. M.; Guixa-Boixereu, N. The microbial food web along salinity gradients. **FEMS Microbiol Ecol**, v. 32, p. 143–155, 2000.

Wetzel, R. G.; Likens, G. E. **Limnological analysis**. New York: Springer-Verlag, 2000. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE 6547.