

# **Resultados preliminares de campanha intensiva para coleta de dados meteorológicos e hidrogeológicos associados à formação de córregos de praia – Aplicação à praia da Querência – RS**

**Conceição Lagos de Ávila<sup>1</sup>, José Antonio Scotti Fontoura<sup>2</sup> & Luis Felipe Hax Niencheski<sup>3</sup>.**

*<sup>1</sup> Mestranda do Curso de Engenharia Oceânica – FURG, Rio Grande, RS  
concalagos@gmail.com*

*<sup>2</sup> Laboratório de Engenharia Costeira – FURG, Rio Grande, RS  
josefontoura@furg.br*

*<sup>3</sup> Departamento de Química - FURG, Rio Grande, RS  
dmqhidro@furg.br*

## **RESUMO**

A compreensão dos fenômenos que regem os fluxos de água e o transporte de substâncias em vias subterrâneas na interface terra-mar é cada vez mais importante para os estudos dos sistemas costeiros. O trabalho em questão analisa a influência dos fatores climáticos, hidrogeológicos e meteorológicos sobre estes fenômenos. A metodologia envolveu análise de dados meteorológicos; instalação de poços de monitoramento do lençol freático, obtenção de dados do nível do lençol freático e coleta de salinidade. Objetiva-se neste trabalho coletar e criar uma base de dados (hidrogeológicos, meteorológicos, maregráficos e sedimentares) que seja capaz de fornecer as entradas necessárias para a futura aplicação de um modelo matemático numérico de simulação do comportamento dos fluxos subterrâneos na região, visando um melhor entendimento dos processos ocorrentes nesta área.

**PALAVRAS-CHAVE:** água subterrânea, lençol freático, transporte subterrâneo de sedimentos, transporte subterrâneo de nutrientes, transporte subterrâneo de sal, sangradouros de praias, drenagem de áreas úmidas de pós-praia.

## **ABSTRACT**

The understanding of the phenomena governing the flow of water and transport of substances in underground track at land-sea interface is increasingly important for studies of coastal systems. The work in question examines the influence of climatic, hydrogeological and meteorological phenomena on these. The methodology involved analysis of meteorological data, installation of wells for groundwater monitoring, data collection of groundwater level and salinity collection. It aims to collect this work and create a database (hydrogeological, meteorological, tide gauge and sedimentary) that is capable of providing the necessary inputs for future application of a mathematical model for numerical simulation of groundwater flow in the region, aiming at a better understanding of the processes occurring in this area.

**KEYWORDS:** ground water discharge, underground water table, underground sediment transport, underground nutrient transport, underground salt transportation, beach washouts and beach drainage.

## 1 INTRODUÇÃO

O transporte subterrâneo é um fenômeno natural que ocorre também com elevada importância na região costeira especialmente quando há conexão do aquífero com o mar através de uma zona de sedimentos permeáveis, que é o caso das praias arenosas que compõe o litoral sul do Brasil. Existem fortes evidências indicando a importância das vias subterrâneas para o transporte do fluxo de solutos em sedimentos permeáveis e aquíferos em zonas próximas a fronteira marítima. Este transporte pode alterar a composição das águas de superfície através do fluxo de nutrientes e substâncias.

A compreensão dos fenômenos que regem os fluxos de água e o transporte de substâncias em vias subterrâneas na interface terra-mar é cada vez mais importante para os estudos dos sistemas costeiros. Os aquíferos costeiros associados a sedimentos permeáveis permitem o surgimento de uma zona de mistura da água doce e água do mar, semelhante à superfície de mistura na zona estuarina. A descarga subterrânea se origina em aquíferos de água doce e é basicamente controlado pela água infiltrada nos pontos de recarga, seu efeito sobre o litoral pode ser significativo, os aquíferos costeiros podem transportar material terrígeno para o oceano e muitas vezes em concentrações muito superiores aquelas observadas em águas superficiais gerando um enriquecimento de nutrientes nestas regiões marginais.

A notável urbanização ao longo do litoral do Rio Grande do Sul torna de grande importância o estudo dos sangradouros e do comportamento do fluxo subterrâneo de água no lençol freático. Algumas áreas urbanas no balneário Cassino, quando o volume de chuva é excessivo, ficam sujeitas a alagamentos geralmente associados a uma insuficiente rede de drenagem penalizando áreas mais baixas ou geologicamente menos privilegiadas em termos de escoamento e a intensa trafegabilidade das praias oceânicas do Rio Grande do Sul, expostas à circulação de automóveis e de veículos de carga fazem com que a pressão exercida no solo cause uma compactação dos substratos facilitando o escoamento superficial em detrimento do subterrâneo.

A necessidade de estudos específicos do processo de urbanização das praias visando criar uma infra-estrutura capaz de suportar o desenvolvimento de balneários em áreas adjacentes à costa torna-se evidente e um dos principais fatores a serem avaliados é a drenagem urbana e praial, que são importantes para o controle de enchentes causadas por fenômenos meteorológicos, principalmente em áreas onde as características hidrogeológicas dificultam o escoamento das águas para locais de amortecimento.

Objetiva-se neste trabalho coletar e criar uma base de dados (hidrogeológicos, meteorológicos, maregráficos e sedimentares) que seja capaz de fornecer as entradas necessárias para a futura aplicação de um modelo matemático numérico de simulação do comportamento dos fluxos subterrâneos na região, visando um melhor entendimento dos processos ocorrentes nesta área.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Instalação de poços de monitoramento do lençol freático

A metodologia dos trabalhos de campo seguiu a seguinte ordem: levantamento topográfico do terreno, determinação da variação da fronteira salina através de prospecção seqüencial de poços de controle temporário e determinação dos locais de instalação dos poços piezométricos.

A metodologia utilizada foi inspirada em estudos realizados por TURNER (1998), nos procedimentos descritos na norma da ABNT NBR 113895:1997 – Construção de Poços de Monitoramento e Amostragem e na norma da ASTM D 5092:2004 – Standard Practice for Design and Installation of Ground Water Monitoring Wells, utilizada por SERPA (2008).

Optou-se por poços elaborados com materiais não-metálicos (exceto braçadeiras e rebites) tendo em vista o ambiente agressivo devido à salinidade a que estão expostos.

Os seguintes materiais foram utilizados para a fabricação dos poços de monitoramento:

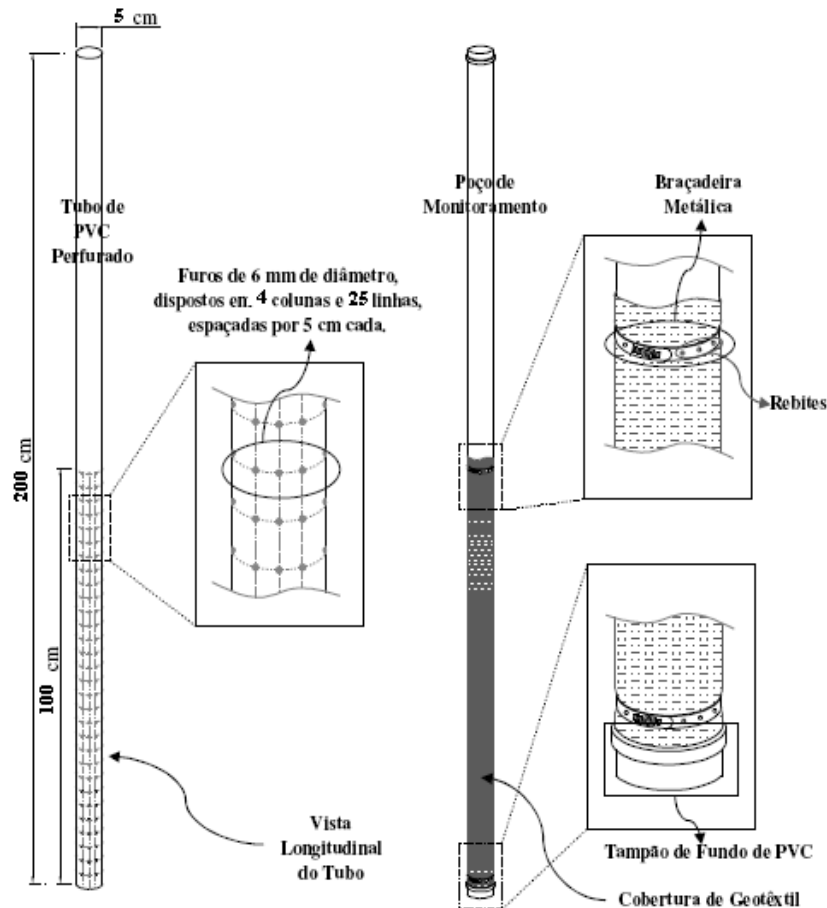
- Tubo de PVC de 50 mm de diâmetro e comprimento de 2m;
- Tampões de PVC de 50 mm de diâmetro;
- Manta geotêxtil MacDrain®;
- Braçadeiras metálicas reguláveis;
- Rebites de repuxo em alumínio;
- Furadeira elétrica Bosch® e broca de 6 mm.

Para possibilitar a percolação de água do lençol freático, cada poço teve metade de seu comprimento perfurado por broca de 6 mm de espessura, em 3 linhas dispostas ao longo do perímetro totalizando 20 colunas. Longitudinalmente as perfurações foram feitas a cada 50 mm, totalizando 60 furos por tubo.

Para impedir a entrada de areia e o conseqüente assoreamento do poço, se utilizou uma camada dupla de geotêxtil filtrante, fabricado em material não-tecido de poliéster da marca MacDrain®, que protegerá a porção perfurada do tubo, garantindo alta permeabilidade porém evitando a penetração de sedimentos arenosos. A manta geotêxtil foi envolta no tubo e fixada através de braçadeiras metálicas e rebites.

A instalação dos poços de monitoramento na área de estudo foi realizada conforme sugerido por TURNER (1998), através da perfuração de um furo escavado no solo da praia utilizando trado manual até o nível do lençol freático.

Para o “encamisamento” do furo de sondagem, foi utilizado um tubo guia de PVC de diâmetro interno maior que o dos poços de monitoramento acabados, um tubo de 2,0 m de comprimento e 100 mm de diâmetro, aberto nas duas pontas. Os poços foram concretados na altura da sua boca com laje de concreto de 20cm de espessura, para dificultar a extração do poço por vandalismo, essa laje foi feita abaixo do nível do solo, e a boca do poço ficou no nível do solo, para evitar danos.



**Figura 1.** Detalhes da elaboração dos poços de monitoramento. Modificado de SERPA (2008).

## 2.2 Obtenção de dados do nível do lençol freático

Para obtenção (leitura) dos dados do nível do lençol freático utilizou-se uma trena de fibra de vidro com graduação principal em centímetros e secundária em milímetros, com uma bóia de isopor de diâmetro 20 mm, acoplada na ponta, para ler somente a altura até onde há água. Insere-se a trena até tocar na água e lê-se a altura indicada. Foi marcado um ponto de referência na extremidade superior do poço com o objetivo de padronizar as medidas, esta altura corresponde à altura da boca do poço de monitoramento até o nível de água que é convertida em nível do lençol freático.

Foi feito um levantamento altimétrico do terreno para se obter a posição topográfica de cada poço em relação ao nível do lençol freático. Este trabalho foi feito com auxílio de nível e régua graduada.

### 2.3 Coleta de salinidade

Para a coleta de salinidade foram utilizados os seguintes materiais:

- Bomba de vácuo; Tubo de PVC de 32 mm de diâmetro e de 1m de comprimento;
- Tubo guia de PVC de 40 mm;
- Mangueira de silicone de 2,5mm com 1,5m de comprimento.

Primeiramente faz-se um furo no solo com uma bomba de vácuo de PVC de 32mm de diâmetro, após introduz-se um tubo guia de 40mm de diâmetro, para não ocorrer desmoronamento do solo e a amostra coletada é retirada da mesma profundidade, objetivando padronizar as amostras. Em seguida insere-se a mangueira de silicone e retira-se uma amostra de água para analisar a salinidade. Armazenam-se as amostras em frascos de plástico para análise posterior em laboratório. As amostras são retiradas a cada 5m de distância entre elas, no trecho de praia compreendido entre a linha d'água e o cordão de dunas frontais. Já nas dunas a distância é de 10m entre elas.

As medições de salinidade foram feitas no laboratório, localizado na Estação Marinha de Aqüicultura da FURG, para tanto se utilizou um refratômetro portátil manual, com escala de 0 a 100%, com compensação de temperatura. Com um conta-gotas, retira-se uma amostra de água e coloca-se no aparelho, logo após, lê-se o valor obtido no refratômetro.

### 2.4 Dados meteorológicos

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos do banco de dados da FURG mantido pela Estação Meteorológica Principal de Rio Grande que é operada pelo Laboratório de Meteorologia da FURG em convênio com o Oitavo Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia, esta realiza coleta das medidas das variáveis meteorológicas três vezes ao dia, nos horários padrões de observação às 12h00min, 18h00min, 00h00min UTC (que correspondem a 09h00min, 15h00min e 21h00min hora local) desde março de 1989 até o presente momento. Estas medidas são coletadas e pré-processadas segundo as normas padrão da Organização Meteorológica Mundial e representam as condições meteorológicas que predominam no momento da observação no local onde está situada esta estação, a 32°04'43"S e 52°10'03"W, a 2 m de altitude.

Os dados utilizados neste trabalho são: medidas de temperatura do ar, taxa de evaporação, taxa de precipitação, total de horas de insolação solar direta, velocidade e direção do vento.

### 3 DADOS COLETADOS

#### 3.1 Meteorologia

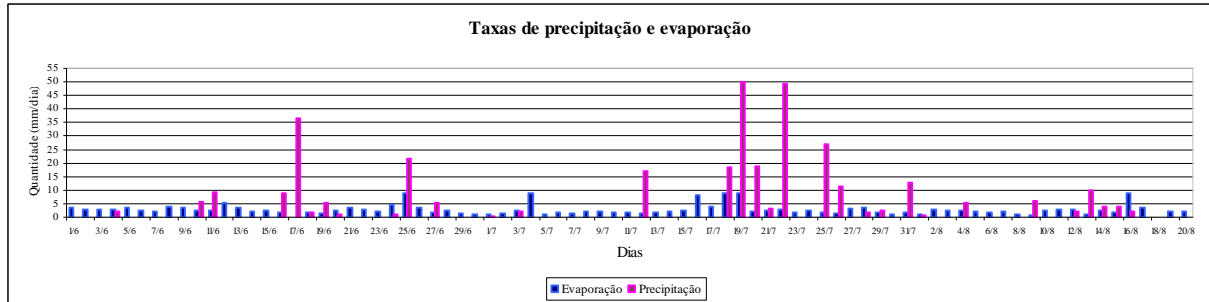


Figura 2. Taxas de precipitação e evaporação correspondentes aos meses de junho, julho e agosto de 2010.

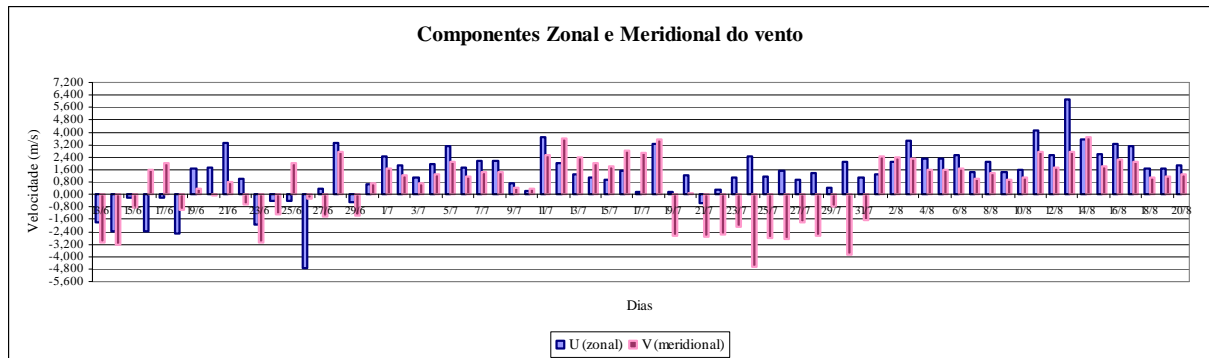


Figura 3. Componentes zonais e meridionais dos ventos correspondentes aos meses de junho, julho e agosto de 2010.

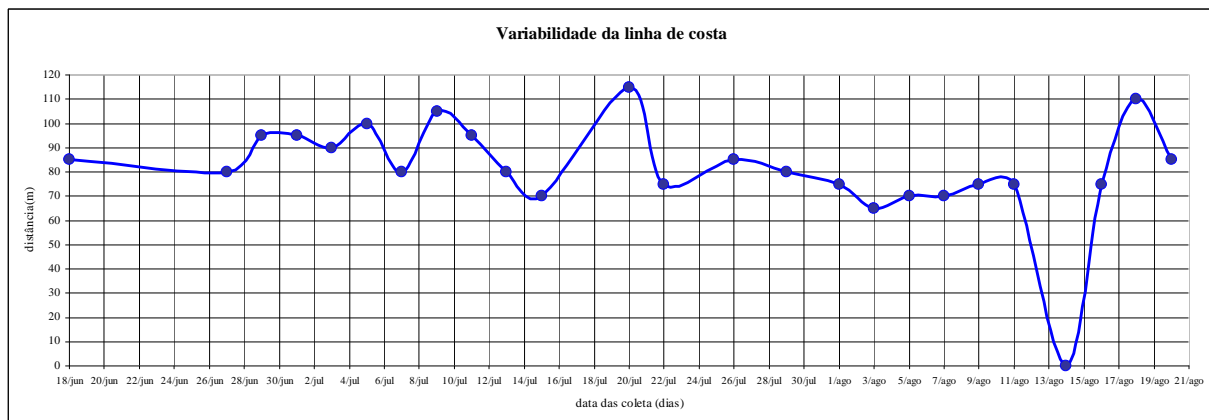


Figura 4. Variabilidade da linha de costa correspondente aos meses de junho, julho e agosto de 2010.

### 3.2 Salinidade

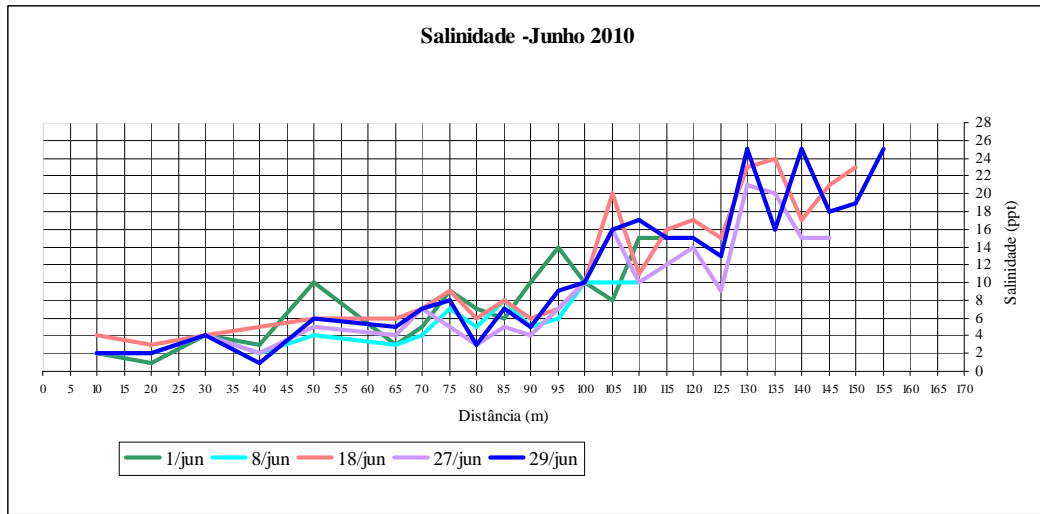


Figura 5. Salinidade correspondente ao mês de junho de 2010.

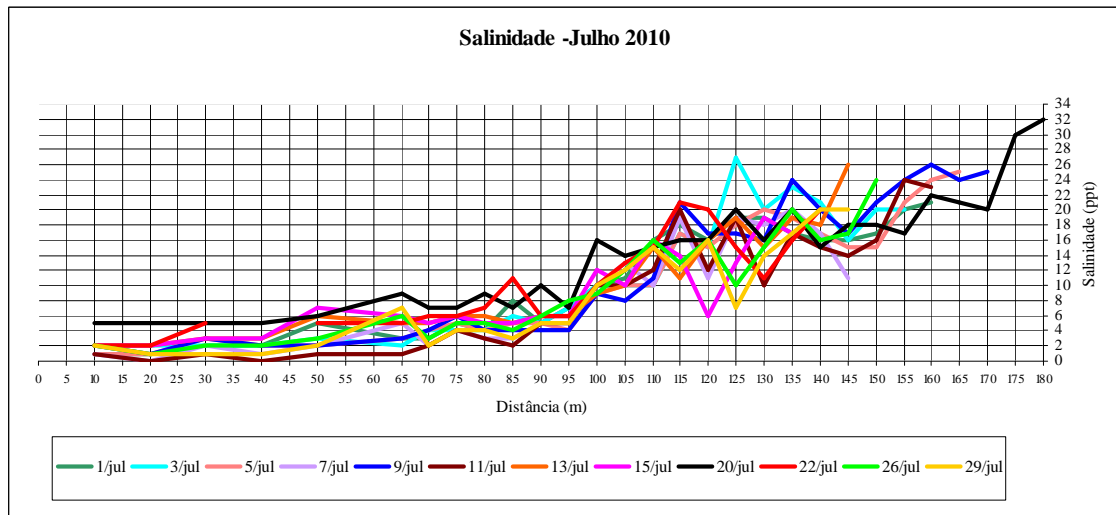


Figura 6. Salinidade correspondente ao mês de julho de 2010.

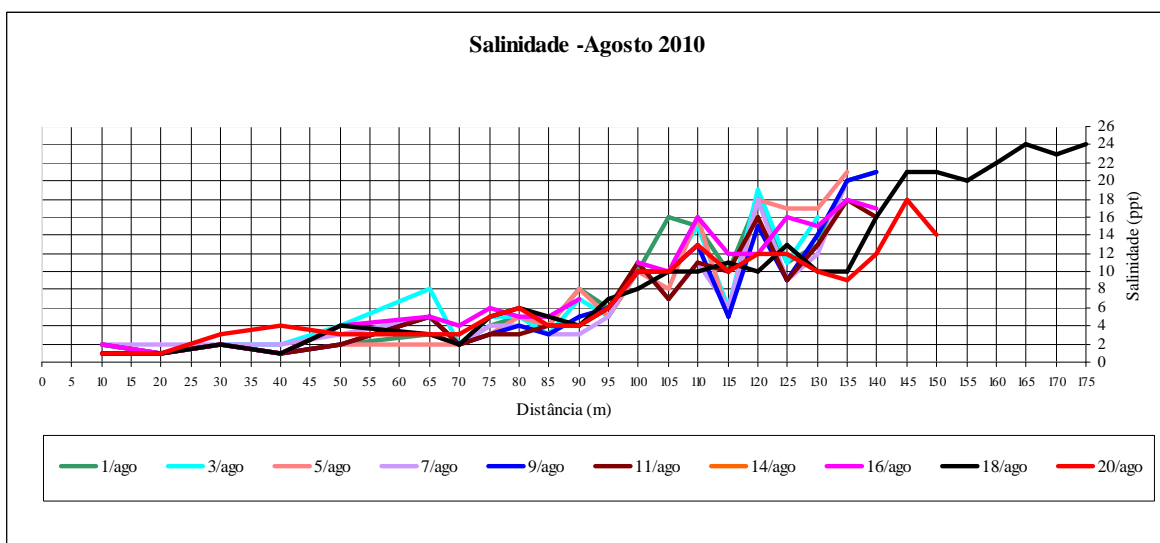
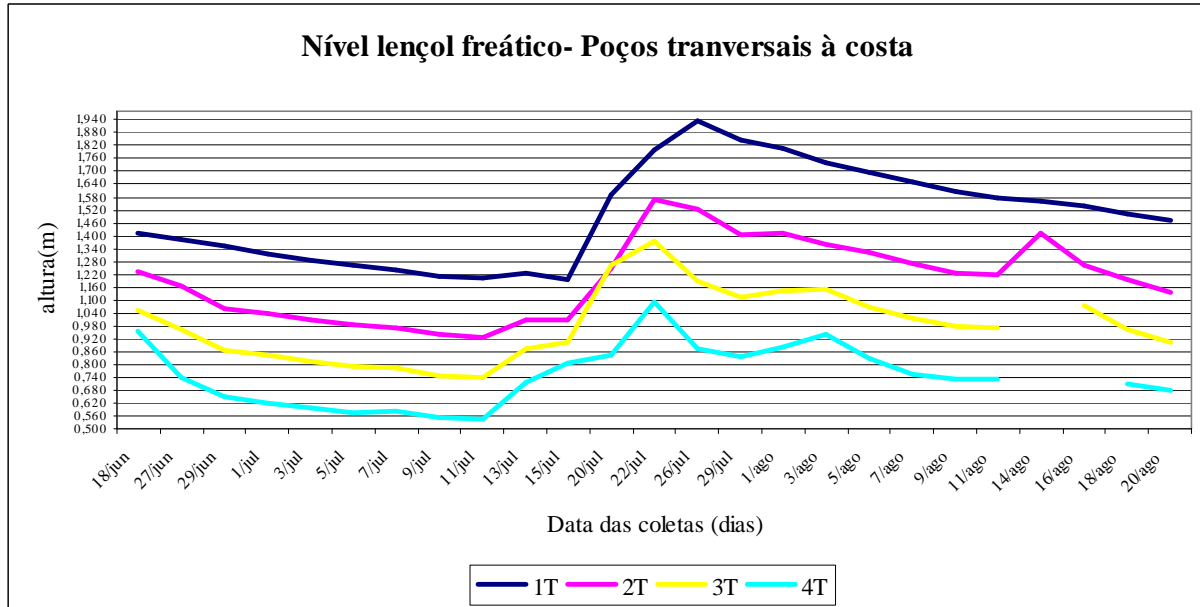
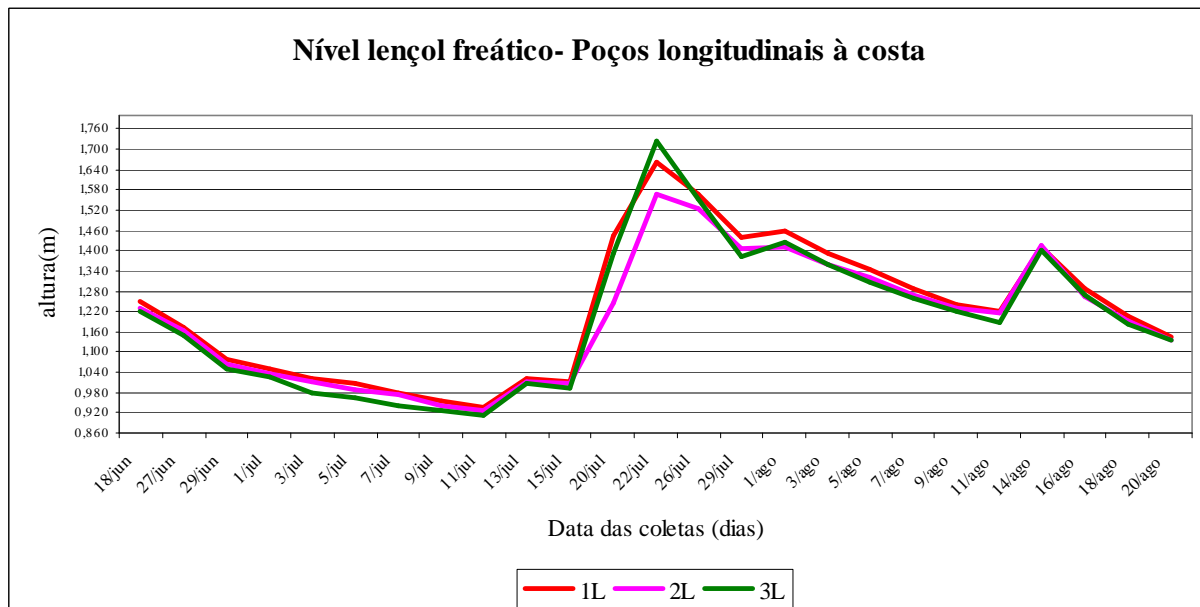


Figura 7. Salinidade correspondente ao mês de agosto de 2010.

### 3.3 Nível lençol freático



**Figura 8.** Nível do lençol freático dos poços de monitoramento transversais a costa correspondente aos meses de junho, julho e agosto de 2010.



**Figura 9.** Nível do lençol freático dos poços de monitoramento longitudinais a costa correspondente aos meses de junho, julho e agosto de 2010.



## 4 DISCUSSÃO

Tem sido feito um levantamento semanal de dados meteorológicos e de salinidade desde março de 2010, tendo em vista uma campanha de um ano de coletas para analisar as possíveis transformações que ocorrem nas diferentes estações do ano e comparar os dados entre elas.

Além de coletas de salinidade da água subterrânea, a um metro e meio de profundidade, foram obtidos valores de nível do lençol freático, com a instalação de poços piezométricos. Os primeiros poços foram instalados em Maio de 2010, mas os poços foram roubados e os dados foram perdidos. Em junho de 2010 foram instalados novamente seis poços piezométricos, sendo assim adicionados dados de nível de lençol freático, a campanha.

A localização dos poços foi a seguinte: quatro poços transversalmente a linha de costa, um localizado nas dunas e outros três do cordão de dunas em direção a linha d'água, distanciados de 50m do primeiro ao segundo, e 25 metros do segundo ao terceiro e quarto. Três poços foram colocados paralelos à costa, distanciados 25 metros cada um. A escolha destes poços foi baseada em SERPA (2008) que em seu trabalho utilizou somente três poços transversais à costa e que observou a necessidade de instalação de poços longitudinais também, pois com observações sendo feitas nos dois sentidos, ficou mais fácil estimar o fluxo da água subterrânea e o possível transporte de sedimentos, sal e nutrientes.

Entre 18 de junho a 20 de agosto, optou-se por fazer um levantamento intensivo de dados, com período de coletas de dois em dois dias, a fim de comparar e verificar se a periodicidade da campanha anual nos fornece valores capazes de avaliar e quantificar os fluxos e transformações que ocorrem no lençol subterrâneo.

Ao longo do período de coletas, ocorreram mudanças significativas da linha de costa, que em grande parte estão relacionadas à entrada de frentes frias e mudanças climáticas. Outra ocorrência verificada foi a presença de lama, muitas vezes dificultando ou até impedindo a coleta de amostras próximas a linha de água, pelo menos em um caso, não foi possível fazer a coleta, pois havia lama até a linha de dunas, nesta oportunidade as amostras foram feitas somente sobre o cordão de dunas.

Comparando os dados coletados com SERPA (2008), nota-se grande semelhança no que tange aos níveis de lençol freático, precipitação, evapotranspiração e predominância de ventos no mesmo período. Estima-se que a notável elevação do lençol freático observada deu-se pelo alto índice de precipitação e baixa taxa de evaporação. O nível do lençol freático apresenta menor altura nas proximidades da linha d'água, semelhante aos dados obtidos por SERPA (2008).

## 5 CONCLUSÃO

Os dados obtidos até o presente momento têm se mostrado satisfatórios, e a campanha anual continuará a fim de correlacionar os dados com as estações climáticas e até que se obtenha um banco de dados capaz de fornecer a massa de informações necessárias para a futura aplicação de um modelo matemático de fluxo subterrâneo. Para aplicação correta de tal tipo de modelagem, além dos dados meteorológicos, hidrogeológicos e maregráficos aqui referidos será necessária a obtenção de informações detalhadas da distribuição estratigráfica das diferentes camadas de sedimentos que compõe o solo local e a sua conseqüente análise sedimentológica a fim que se consiga estabelecer o grau de permeabilidade do solo em

questão. Este conjunto de dados somente poderá ser obtido mediante a utilização de SPT ou equipamento similar de extração contínua de amostra indeformada, o que tem dificultado a pesquisa uma vez que a FURG não possui este tipo de equipamento e no momento não dispõe também de recursos para a sua contratação. Algumas tratativas estão sendo feitas para aproveitamento de amostragem realizada na praia do terminal para atendimento da construção do Oceanário Brasil. Outra possibilidade é a participação do grupo de estratigrafia do curso de Engenharia Geológica da UFPEL que está interessado na obtenção e análise deste tipo de dado obtido na praia do Cassino.

## REFERÊNCIAS

ATTISANO et al.2008. Evidences of continental groundwater inputs to the shelf zone in albardão, RS, Brazil

ANDRADE et al, 2008. Fluxos subterrâneos para a Lagos Mangueira (RS).

NIENCHESKI et al, 2007.Submarine groundwater discharge of nutrients to the ocean along a coastal lagoon barrier, Southern Brazil

SERPA, C. G. Estudo da influência dos fatores climáticos, hidrológicos e morfológicos no ciclo de vida de um sangradouro intermitente, Praia do Cassino, Brasil. Tese (Mestrado), Fundação Universidade do Rio Grande, Engenharia Oceânica.

<<http://www.meteorologia.furg.br>> (acesso em Agosto de 2010)

<<http://www.inmet.gov.br>> (acesso em Agosto de 2010)