**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Análise espaço-temporal de componentes do balanço hídrico em um
Latossolo cultivado com milho**

Neilo Bergamin Moreira

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Solos e Nutrição de
Plantas

**Piracicaba
2012**

Neilo Bergamin Moreira
Engenheiro Agrônomo

Análise espaço-temporal de componentes do balanço hídrico em um Latossolo cultivado com milho

Orientador:
Prof. Dr. **PAULO LEONEL LIBARDI**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor Em Ciências. Área de concentração: Solos e Nutrição de Plantas

**Piracicaba
2012**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Moreira, Neilo Bergamin

Análise espaço-temporal de componentes do balanço hídrico em um Latossolo cultivado com milho / Neilo Bergamin Moreira. - - Piracicaba, 2012.
69 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Análise de séries temporais 2. Balanço Hídrico 3. Estatística descritiva 4. Milho
5. Latossolos I. Título

CDD 633.15
M838a

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

AGRADECIMENTOS

A Deus por guiar minha vida espiritual/emocional permitindo que fosse concluída mais essa etapa na jornada da vida;

Aos meus pais, Vanderlei e Silvana e avós Geni e Antonio que tanto se esforçaram e me incentivaram a estudar. Tudo o que sou, devo a eles;

A USP e aos professores que contribuíram para minha formação profissional;

Ao meu orientador Paulo Leonel Libardi pela generosa paciência, compreensão e orientação;

Aos amigos do LEB Angélica, Roque, Marcos, Cristhiane, Adriano, Monica, Fernando, Marcelo, Luciano, Dirceu, Helon, Francisco, Jaedson e Alex e aos professores Quirijn, Jarbas, Paulo e Sergio pela tão agradável convivência, companheirismo;

A Dirceu pelas amplas discussões em nossa salinha a respeito do assunto abordado nesta tese e por discussões a assuntos de outras áreas; Anderson, Helon, Jaedson, Roque, Cristhiane, Alcione e Alex pela infinita ajuda com o meu experimento de campo a qualquer hora do dia ou da noite;

Aos amigos do LSO Osvaldo, Sueli, Marise, Osmar, Gustavo, Roberta, Sabrina, Suzana, Mariana, Edson e Sâmala;

Aos secretários Fernando, Ângela, Marta e Nanci;

Aos meus grandes amigos irmãos, Anderson Braz (a velha) pela excelente convivência ao dividir apartamento e pelas infinitas discussões a respeito do mundo e dos problemas deste país e ao Rodnei (tô chegando);

Aos funcionários Helio, Antonio, Zé Geraldo e Afonso pela grande ajuda no meu experimento de campo;

À minha esposa Thelly pelo carinho e companheirismo e aos meus gêmeos Felipe e Daniel;

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1 Determinação da umidade do solo	13
2.2 O movimento da água no solo	14
2.3 Drenagem interna e ascensão capilar	15
2.4 Condutividade hidráulica	16
2.5 Evapotranspiração	17
2.6 O balanço da água no solo	18
2.7 Variabilidade espaço-temporal	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Caracterização e preparo da área experimental	23
3.2 Componentes do balanço hídrico no solo	25
3.3 Análise dos resultados	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
4.1 Processamento dos dados	29
4.2 Análise de correlação de Spearman	39
4.3 Comportamento dos pontos amostrais na área estudada	42
5 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	49
ANEXOS	53

RESUMO

Análise espaço-temporal de componentes do balanço hídrico em um Latossolo cultivado com milho

O conhecimento dos processos que constituem a equação do balanço hídrico do solo, ou simplesmente os componentes do balanço de água no solo em campo cultivado é importante, por exemplo, para detectar corretamente períodos de déficits hídricos durante o ciclo das culturas, para indicar a necessidade de irrigação e indicar perdas de nutrientes por lixiviação. Uma vez que estes componentes podem variar no espaço e no tempo, o estudo da estabilidade temporal da variabilidade espacial deles é essencial para determinar adequadamente os pontos de observação no campo (locais) para monitorar a água do solo com precisão e esforço amostral reduzido. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar os componentes do balanço da água (especificamente a variação de armazenamento de água do solo, drenagem interna e evapotranspiração real) em um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com milho e analisar a variabilidade espacial e temporal por meio da técnica de estabilidade temporal. O estudo foi realizado em uma área do campus da ESALQ/USP, município de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil (22 ° 42 '43,3 "S; 47 ° 37' 10,4" W, 546 m). O relevo da área experimental, que tem 1.500 m², é plano com 60 tubos de alumínio instalados para acesso há uma sonda de nêutrons e 120 tensiômetros com manômetro de mercúrio (60 na profundidade de 0,75 m e 60 na profundidade de 0,85 m). Isso nos permitiu estimar a densidade de fluxo do solo na profundidade do solo 0,80 m por meio da equação de Darcy-Buckingham e o armazenamento de água no solo na camada de 0,0-0,80 m ao longo do ciclo da cultura. A precipitação foi medida por meio de um pluviômetro instalado no centro da área experimental e a evaporação real foi considerada como desconhecida da equação do balanço hídrico. O estudo foi realizado dividindo o ciclo de cultivo em 13 períodos (P1 a P13). O uso da estatística descritiva foi útil para mostrar a variação do comportamento dos dados após a remoção dos pontos discrepantes em alguns períodos. Pelo uso da técnica da estabilidade temporal, foi possível concluir os locais amostrais (pontos) que melhor representaram a drenagem interna no campo foram os pontos 60 e 22 e para armazenamento da água do solo foram os pontos 52 e 49, de modo que em futuras determinações, os equipamentos devem ser instalados nestes locais. Os coeficientes de correlação de Spearman entre os períodos indicam estabilidade temporal para o armazenamento de água no solo, independentemente do teor de água do solo. Para drenagem interna e evapotranspiração real, os valores desses coeficientes foram geralmente baixos, indicando que não há estabilidade temporal.

Palavras-chave: Estatística descritiva; Sonda de Nêutrons; Tensiômetro; Estabilidade temporal

ABSTRACT

Time-space analyze of water balance components in an Oxisol cultivated with maize

The knowledge of the process that constitute the soil water balance equation or simply the soil water balance components in field cropping is important, for instance, to correctly detected water deficits periods during the crops cycle, to indicate the need for irrigation and to present nutrient losses by leaching. Since these components can vary in space and time, the study of temporal stability of spatial variability of them is essential to adequality determine the observation points (locations) in the field to monitor soil water with precision and reduced sampling effort. Thus, the objective of this work is to access soil water balance components (specifically soil water storage variation, internal drainage and actual evapotranspiration) in an Oxisol cropped with maize and to analyze spatial and temporal variability technique. The study was carried out in an area of ESALQ/USP campus, county of Piracicaba, State of Sao Paulo, Brazil (22° 42' 43,3" S; 47° 37' 10,4" W, 546 m). The relief of the experimental area, that has 1,500 m², is plane and is instrumental with 60 aluminium tubes to access a neutron probe and 120 mercury manometer tensiometers (60 at the soil depth of 0.75 m and 60 at the depth of 0.85 m). This enabled us to estimate the soil flux density at the 0.80 m soil depth by Darcy-Buckingham equation and the soil water storage in the 0.0-0.80 m layer along the crop cycle. Rainfall was measured by means of a rain gauge installed in the center of the experimental area and actual evaporation was evaluated as the unknown of the soil water balance equation. The study was carried out diving the crop cycle in 13 periods (P1 to P13). The use of descriptive statistics was useful to show the date behavior variation after outliers removal in some periods. By using the temporal stability technique, it was possible to include that represented locations (points) that better represented the internal drainage in the field were points 60 and 22 those for soil water storage were points 52 and 49, so that in future determinations, equipments should be installed in these locations. Spearman correlation coefficients between periods indicated temporal stability for soil water storage independently of the soil water content. For internal drainage and actual evapotranspiration, values of these coefficients were generally low, indicating no temporal stability.

Keywords: Descriptive statistics, Neutron probe; Tensiometers; Temporal stability

1 INTRODUÇÃO

O uso e gerenciamento adequado da água no solo são fundamentais para a sustentabilidade da produção agrícola mundial e o mau uso deste recurso resulta na escassez e na poluição dos mananciais. A água no solo é indispensável para a produção agrícola e consequentemente ao abastecimento de alimentos, sendo necessário seu monitoramento para a avaliação de seu comportamento no solo como a drenagem interna, a armazenagem, a lixiviação de produtos químicos e nutrientes.

O monitoramento do comportamento da água em um dado volume de solo requer que se observe a diferença entre as entradas e as saídas de água nesse volume de solo, computadas durante um dado intervalo de tempo. Isto se denomina balanço hídrico no solo, o qual pode ser também avaliado pela variação da armazenagem de água no referido volume no intervalo selecionado. As entradas, as saídas e a variação da armazenagem são também denominadas de componentes do balanço hídrico no solo.

Os componentes acima referidos poderão ser mais bem visualizados pelo ciclo da água no sistema solo-planta-atmosfera: na incidência de uma chuva, a água pode ser interceptada pela vegetação e evaporar (interceptação foliar), pode infiltrar e se mover lateralmente sob a superfície do solo (deflúvio subsuperficial) e pode escorrer sobre a superfície do solo (deflúvio superficial) arrastando consigo partículas de solo, o que irá depender da declividade do terreno e da cobertura vegetal; durante os processos de infiltração e de redistribuição, parte da água ainda pode se perder por drenagem interna para abaixo do sistema radicular, podendo atingir o lençol freático, e parte ficar retida no solo; da água que fica retida no solo, parte pode ser absorvida pelas raízes das plantas durante o seu ciclo e ser perdida para a atmosfera por transpiração e parte pode ser evaporada através da superfície do solo, resultando no processo de evapotranspiração.

O processo de absorção da água no solo pelas plantas depende da quantidade de água nele armazenada e disponível a qual é muito útil para o estabelecimento de formas de manejo agrícola visando o melhor aproveitamento da água pelas culturas. A avaliação dos componentes do balanço hídrico é de grande importância para o cultivo, por auxiliar na correta detecção da época mais provável de déficit hídrico durante um ciclo agrícola, na precisa indicação de irrigação de reposição e na prevenção de perdas por lixiviação (CINTRA et al., 2000).

Os estudos envolvendo a variabilidade espacial tornam-se importantes para o manejo racional dos recursos hídricos e maximização da produtividade. O conhecimento da variabilidade espacial dos solos sempre deve ser considerado, pois pode indicar locais que

necessitem de tratamento diferenciado por apresentarem características diferentes, possibilitando assim o melhor detalhamento da área para um manejo diferenciado. Essa variação espacial dos atributos físicos do solo condiciona a distribuição da água no solo e consequentemente o rendimento das culturas.

Como os componentes do balanço hídrico podem variar no espaço e com o tempo, o estudo da estabilidade temporal da variabilidade espacial de medidas da água no solo (VACHAUD et al., 1985) para esses componentes é essencial pois, por meio da estabilidade temporal, é possível verificar quais e quantos são os locais adequados para o monitoramento com precisão aceitável e reduzido esforço amostral. Com isso, objetivou-se avaliar os componentes do balanço hídrico em um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com milho, enfocando as variabilidades espacial e temporal destes componentes pela técnica da estabilidade temporal.

2 FUNDAMENTAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Determinação da umidade do solo

A determinação do conteúdo de água no solo torna-se indispensável no contexto da agricultura, visando o planejamento da irrigação e a maximização da produção e finalmente a determinação da função $K(\theta)$ (TEIXEIRA; MORAES; SIMONETE, 2005). Os métodos de determinação da umidade do solo mais conhecidos e que podem ser utilizados em diferentes profundidades no solo são o método gravimétrico, método indireto (raios gama), sonda de nêutrons e TDR (Time Domain Reflectometry) (LIMA et al., 2006).

A quantificação da umidade do solo por meio do método da moderação de nêutrons (sonda de nêutrons) tem sido bastante precisa, podendo ser utilizada em solos mais secos onde não é possível a utilização de tensiômetros convencionais. A obtenção dos valores de umidade do solo é feita sem a deformação da estrutura do solo possibilitando leituras contínuas no campo.

A moderação de nêutrons é um método bastante eficiente para a determinação da umidade do solo, sendo não destrutivo e indireto. Os nêutrons podem ser classificados segundo sua energia em nêutrons rápidos ($>1\text{MeV}$), nêutrons intermediários ($0,1$ a 1 MeV) e nêutrons lentos ou térmicos ($<0,1\text{ eV}$). O princípio da técnica da moderação de nêutrons é baseado na perda de energia dos nêutrons rápidos por meio de choques com determinados elementos presentes no sistema solo-água-ar. O hidrogênio é o elemento mais eficiente em reduzir a energia de um nêutron rápido para lento ou térmico, sendo necessárias em torno de 18 colisões. A utilização desta técnica para estimar a umidade do solo é bastante eficaz devido o hidrogênio ser um elemento que compõe a molécula da água.

Por meio desta técnica, a determinação da umidade no solo pode ser feita em várias profundidades, introduzindo-se a sonda em um tubo de alumínio previamente instalado. Materiais de alumínio são invisíveis aos nêutrons. Os nêutrons rápidos emitidos pela fonte radioativa da sonda se espalham em todas as direções no solo, e são desacelerados tornando-se lentos ao entrarem em contato com as moléculas de água, formando uma “nuvem de influência”. Quando esses nêutrons tornam-se lentos podem ser quantificados por meio do detector de nêutrons lentos do equipamento. O raio de ação dos nêutrons é inversamente proporcional à umidade do solo. A utilização desta técnica no solo com baixa umidade e em pouca profundidade pode resultar em perdas consideráveis de nêutrons para a atmosfera devido ao aumento do seu raio de ação. Estudos comprovam que os valores do conteúdo de água do solo obtidos por sensores TDR e pela sonda de nêutrons seguiram a mesma tendência

(LIMA et al., 2006). A utilização deste método requer a observância de leis e normas de segurança que regulamentam o uso deste equipamento devido à emissão de radiação.

2.2 O movimento da água no solo

O movimento da água no solo ocorre devido à diferença de potencial total da água ϕ_t , o que se dá no sentido do maior potencial de água no solo para o de menor potencial da água no solo. A equação que melhor descreve e quantifica o movimento da água em materiais porosos saturados foi estabelecida primeiro por Darcy (1856), sendo adaptada mais tarde por Buckingham (1907), passando a se chamar equação de Darcy-Buckingham (REICHARDT; TIMM, 2004).

A velocidade de movimento da água no solo é muito variável devido ao tamanho e tortuosidade dos poros. Desta forma pode-se dizer que quando se estuda a velocidade da água em determinado solo, obtém-se a velocidade real média. As forças mátricas ψ_m (matriz do solo), que retêm a água no solo por meio da adesão, também estão diretamente ligadas ao processo de movimento da água no solo. As forças de retenção da água no solo podem ser quantificadas por meio de um instrumento desenvolvido para estimar o potencial mátrico chamado de tensiômetro (REICHARDT; TIMM, 2004).

O tensiômetro consiste de uma cápsula de cerâmica porosa ligada a um manômetro contendo mercúrio por meio de um tubo de PVC cheio de água deionizada, preferencialmente fervida, para retirar o excesso de oxigênio e evitar a proliferação de microorganismos. Quando a cápsula é introduzida no solo, a água do interior entra em contato com a água do solo por meio de sua porosidade tendendo a se estabelecer um equilíbrio. Em geral, a água do solo exerce uma sucção sobre o tensiômetro causando queda na pressão hidrostática em seu interior elevando o nível do mercúrio no manômetro. A aferição do nível do mercúrio é feita por meio de uma régua milimetrada e posteriormente é convertida em potencial mátrico (ψ_m). Com a instalação de dois tensiômetros em diferentes profundidades no solo, podem ser obtidos os potenciais ψ_m e ψ_t da água no solo para aquelas profundidades e saber qual o sentido do movimento da água no solo (REICHARDT; TIMM, 2004).

As principais vantagens do uso dos tensiômetros estão na precisão da determinação do ψ_m e do baixo custo para a implantação do instrumento em comparação a outros (MORAES et al., 2006). As limitações para a utilização do tensiômetro consistem no intervalo de leitura que pode ser utilizado para medir a energia com que a água está retida pela matriz do solo. O tensiômetro funciona até a tensão de -0,085 MPa, enquanto que o intervalo agrônômico de medida da tensão da água no solo varia de 0 a -1,5 MPa. Do ponto de vista agrícola comercial,

a faixa de maior interesse está entre 0 e -0,1 MPa, facilitando o controle da irrigação e a realização do balanço da água no solo (REICHARDT, 1990). Outra limitação é a utilização do manômetro com mercúrio que é tóxico e pode causar danos a saúde do operador e contaminar o ambiente, caso não seja corretamente manuseado (MORAES et al., 2006; BRITO et al., 2009a).

2.3 Drenagem interna e ascensão capilar

A drenagem interna é a perda de água, em profundidade, para fora do alcance do sistema radicular num volume de solo considerado. Ascensão capilar é o processo de entrada de água no volume de solo considerado por meio de seu limite inferior. Os dois processos podem ser determinados por meio da densidade de fluxo da água utilizando-se a equação de Darcy-Bunckingham (LIBARDI, 2005). Darcy desenvolveu a equação da densidade de fluxo em uma coluna de areia, sendo aprimorada por Bunckingham, quando desenvolveu o conceito de condutividade hidráulica em solo não saturado, levando em consideração o potencial mátrico e o conteúdo de água.

A compreensão da condutividade hidráulica é necessária para se entender os processos que ocorrem no solo, como a drenagem interna e ascensão capilar, as bases para o manejo adequado do solo, uso da irrigação e o acompanhamento do transporte de substâncias que podem lixiviar e causar contaminação do lençol freático (BRITO et al., 2009b; GHIBERTO et al., 2009).

O movimento da água no perfil do solo e sua interação com o sistema solo-planta, bem como os processos de drenagem interna, condutividade hidráulica do solo, são essenciais para a determinação do balanço da água no solo. Para tanto, deve-se levar em consideração a profundidade do sistema radicular da cultura, pois este representa o limite inferior do volume de solo considerado, onde são contabilizadas a ascensão capilar e a drenagem interna. Se a quantidade de água que entra no tempo considerado for maior que a quantidade que sai dele durante o mesmo período, o saldo será positivo e, caso contrário, será negativo. Tanto o saldo positivo quanto o negativo serão medidos pela variação de armazenagem de água no perfil do solo no período considerado (LIBARDI, 2005).

A importância do balanço hídrico como ferramenta para avaliar a intensidade das saídas e entradas de água no solo e, por conseguinte, para definição dos períodos mais prováveis de déficit hídrico para a cultura, está relacionada não só ao conhecimento dos fatores que o compõem (evapotranspiração, precipitação, drenagem interna ou ascensão

capilar) como, também, ao conhecimento das características da planta, principalmente da sua fenologia, que representa o ponto de partida para a interpretação coerente dos resultados do balanço (CINTRA et al, 2000).

2.4 Condutividade hidráulica

A condutividade hidráulica é o volume de água ou solução que atravessa, num período de tempo, uma determinada área de uma amostra em seu meio poroso (solo) sob uma diferença unitária de potencial total. É um índice que expressa a facilidade com que um meio poroso transporta a água através dos seus poros (MELO FILHO; LIBARDI, 2009). A condutividade hidráulica do solo é uma propriedade dinâmica que depende do seu manejo. O solo possui propriedades bem definidas como porosidade e estrutura que podem ser alteradas por processos naturais ou antrópicos, influenciando diretamente na condutividade hidráulica do solo. O movimento da água no solo é dependente destas propriedades, pelo gradiente de potencial total da água entre dois pontos no solo ou de um ponto qualquer no solo à rizosfera (LIBARDI, 2005).

A determinação da condutividade hidráulica do solo pode ser feita em laboratório ou a campo. Em condições de laboratório os resultados são mais precisos em relação ao campo, devido ao maior controle das condições experimentais. Apesar de maior grau de dificuldade, as medidas em campo são feitas nas condições naturais e com perturbação mínima da estrutura do solo. A condutividade hidráulica também pode ser determinada por métodos indiretos por meio da quantificação a partir de outras propriedades cuja determinação seja mais fácil. Os métodos de determinação da condutividade hidráulica podem ser o permeâmetro de carga constante e de carga decrescente, método das colunas grandes e das colunas pequenas, método das condições transientes, infiltrômetro de tensão, método do furo do trado e método do perfil instantâneo (MELO FILHO; LIBARDI, 2009).

O método de campo mais utilizado é o perfil instantâneo, sendo prático não necessitando de equipamentos sofisticados para sua aplicação, que tem como principal dificuldade a exigência de uma delimitação bem apurada da parcela experimental a fim de que não haja movimento lateral de água (MELO FILHO; LIBARDI, 2009). Por meio de medidas simultâneas de umidade e de potencial total ao longo do perfil de solo durante a redistribuição da água, determina-se a variação de armazenagem com o tempo t e o gradiente de fluxo ao longo da profundidade z e, então (Zt) e o valor de $K(\theta)$.

Na determinação da umidade do solo podem ser utilizados equipamentos não destrutivos como a sonda de nêutrons e o TDR para a medida da umidade com o tempo

(MELO FILHO; LIBARDI, 2009). A força com que a água está retida no solo é determinada por meio de medidas com tensiômetro, calculando-se o potencial mátrico do solo e o potencial total. O tradicional tensiômetro com manômetro de mercúrio ainda é o mais adequado e utilizado, além de ser de medida direta, é o mais sensível e um dos mais exatos, sendo utilizado como padrão para aferição dos demais modelos (BRITO et al., 2009b).

2.5 Evapotranspiração

O processo de mudança no estado físico da água no solo e a sua transferência para a atmosfera é conhecido como a evaporação. Esse processo depende da quantidade de água disponível no solo sendo mais intenso em regiões de clima tropical devido a maior incidência de luz solar sobre o solo. Em solos com reduzida quantidade de água, a evaporação ficará reduzida e deixará de ser potencial passando a ser real (E_r). Por definição a evapotranspiração potencial (E_{Tp}) é a água que se perde por evapotranspiração a partir de uma superfície gramada, padrão, sem restrição hídrica que atenda as necessidades de evaporação do solo e da transpiração. A ET é definida como a perda de água por evaporação em qualquer superfície natural em qualquer condição de umidade e cobertura vegetal (CAMARGO; CAMARGO, 2000).

A E_{Tp} , ou a passagem da água do estado líquido para o estado gasoso e sua perda para a atmosfera, é variável de acordo com cada região. Em comparação, solos de regiões de clima temperado perdem menos água para a atmosfera em relação a solos de regiões de clima tropical onde a radiação solar é abundante o ano todo, uma vez que, a evapotranspiração é diretamente dependente da radiação solar (CAMARGO; CAMARGO, 2000). Os métodos de avaliação da E_{Tp} variam de acordo com os dados, desde muito simples (bases mais empíricas) requerendo apenas informações sobre a média mensal da temperatura (bases mais físicas), requerendo dados de máxima e mínima temperatura, radiação solar, umidade, velocidade do vento bem como as características da vegetação (OBAKENG, 2007).

A evapotranspiração real depende dos diferentes estágios fenológicos das culturas e sua ocupação na área disponível. Apesar das dificuldades para a determinação da E_{Tc} serem muitas e os resultados podem ser inexatos, sua importância é considerada para um bom dimensionamento de projetos de irrigação, pois representa a quantidade de água que deve ser reposta ao solo para manter o crescimento e a produção da cultura em condições ideais. A E_{Tc} é uma variável dependente das condições meteorológicas e da área foliar da cultura (AF), ou seja, da sua superfície evapotranspirante, que é expressa pelo coeficiente de cultura (k_c), obtido pela relação entre E_{Tc} e E_{To} . Assim, pode-se observar que k_c varia ao longo do ciclo

de uma cultura de acordo com o IAF, que por sua vez é variável com os períodos fenológicos. Outros fatores, tais como, as diferenças na anatomia da folha, nas características dos estômatos, nas propriedades aerodinâmicas (altura das plantas) e no albedo fazem com que a ETc seja substancialmente diferente da ETo, até sob as mesmas condições climáticas e de mesma área foliar (PEREIRA et al., 2009).

2.6 O balanço da água no solo

O movimento da água no solo se dá por meios subterrâneos, deflúvios superficiais (maior parte em rios, gelo), evaporação, dentre os diversos movimentos que a faz circular entre o solo-oceano-atmosfera como um balanço hídrico no contexto global. Levando-se em consideração o movimento da água em uma cultura agrícola (pequena escala), o balanço hídrico é computado contabilizando-se as entradas e saídas de água em um dado volume de controle de solo, durante certo período de tempo. O volume de solo considerado ou volume de controle depende da cultura em estudo, pois deve englobar seu sistema radicular. O limite superior deste volume é a superfície do solo e o limite inferior a profundidade efetiva do sistema radicular da cultura. O balanço também pode ser obtido pela determinação da variação da armazenagem de água no solo no período considerado (LIBARDI, 2005).

A absorção de água pelas plantas é um dos fatores mais importantes para o seu desenvolvimento e produtividade, podendo ser seriamente afetada por fatores ambientais como a disponibilidade hídrica, temperatura, aeração e concentração da solução no solo e fatores ligados à planta como tipo de sistema radicular. As características do solo como a compactação devido ao manejo, processos pedogenéticos, presença de elementos tóxicos e excesso de água podem comprometer o desenvolvimento do sistema radicular (DEMATTE, 1981). Em experimentos realizados por Wahab et al., (1976) foram encontradas melhores condições físicas e químicas de um Oxisol que levaram ao desenvolvimento do sistema radicular de plantas de milho até a profundidade de 0,90-0,95 m, sendo 75% do total a 0,50 m, enquanto que em um Ultisol em condições inferiores, 75% das raízes se concentraram até a profundidade de 0,12 m e o restante em 0,25-0,30 m. Em um Latossolo Vermelho escuro a distribuição do sistema radicular do milho encontrada foi 78, 11 e 11 % do total a 0-0,20, 0,20-0,40 e 0,40-0,60 m de profundidade, respectivamente, devido ao horizonte A3 (0,14-0,40 m) ter apresentado certa compactação o que provavelmente contribuiu para a maior presença de raízes a 0-0,20 m (BARRETO, 1991). A extensão e a ramificação do sistema radicular variam muito entre as espécies e com as diferentes condições físicas do solo, sendo a

transpiração afetada por fatores ambientais das características da própria planta (ANGELOCCI, 2002).

Os dados obtidos por meio do balanço hídrico podem ser utilizados para se prever a respeito do armazenamento de água e do clima de cada região, servindo como base para a determinação de projetos de irrigação (ANDRADE JUNIOR, 2000; BRITO et al., 2009a). Com isso foi possível delimitar o período de maior demanda de água para as plantas, a estação seca e o tempo médio de duração, por meio de um balanço hídrico na cultura dos citros nos tabuleiros costeiros (CINTRA; LIBARDI; SAAD, 2000).

O balanço hídrico no solo sob uma cultura é simplesmente a diferença entre as entradas e saídas de água num volume de solo conhecido, durante certo período de tempo. As entradas podem ser irrigação (I), precipitação (P) e ascensão capilar (AC), as saídas a evapotranspiração real da cultura (ET_{rc}), a drenagem interna (D) e os deflúvios, superficial ou subsuperficial (R). O volume de solo considerado depende da profundidade do sistema radicular da cultura em estudo e deve abranger a maioria das raízes. O balanço ou variação de armazenagem (Δh) pode então ser calculado pela equação a seguir:

$$\Delta h = P + I + AC - D - ET_{rc} \pm R \quad (1)$$

Os estudos do balanço hídrico no solo envolvem também as condições edáficas que podem interferir no sistema como a composição química, as condições físicas do solo, aeração, temperatura, estrutura, textura, densidade, água disponível e resistência à penetração. A profundidade de solo para o balanço é função da profundidade do sistema radicular devendo abranger pelo menos 95% deste; por exemplo, para a cultura da cana-de-açúcar, 1,00-1,50 m e, para as culturas perenes ou florestas, alguns metros (REICHARDT; TIMM, 2004). Na determinação da ET_{rc} como incógnita quando não são levadas em consideração as perdas por deflúvio em períodos chuvosos, em solos com a declividade acima de 7%, pode resultar em perdas elevadas quando se tem chuvas pesadas (LIBARDI; SAAD, 1994; TIMM et al., 2002; CRUZ et al., 2005). Desta forma a escolha do terreno que desfavoreça as perdas por escoamento superficial é fundamental quando se utiliza esse parâmetro como incógnita.

2.7 Variabilidade espaço-temporal

Tecnologias associadas à variabilidade espacial e temporal fazem-se necessárias, sobretudo na pesquisa agrícola que estuda o solo e a sua capacidade produtiva. O

conhecimento da variabilidade das propriedades do solo e das culturas, no espaço e no tempo, é considerado, atualmente, o princípio básico para o manejo preciso das áreas agrícolas, qualquer que seja sua escala. O nível de detalhamento é obtido por meio da distância entre pontos de amostragem e depende tanto da propriedade a ser analisada quanto do tamanho da área amostrada. Quando se considera as parcelas experimentais uniformes quanto aos seus atributos, mesmo em pequenas áreas, pode-se interpretar erroneamente as respostas obtidas às questões existentes, pois a hipótese de ocorrência de dependência espacial estará sendo ignorada (GREGO; VIEIRA, 2005). Experimentos de campo que levam em consideração a hipótese de ocorrência de dependência espacial têm resultados mais próximos da realidade. Informações obtidas a respeito da variabilidade de um solo, além de caracterizar uma região, podem indicar o número e a distribuição de amostras a serem retiradas, possibilitando ainda melhor detalhamento da área e dos resultados (GREGO; VIEIRA, 2005). Como a variabilidade espacial esta ligada a estruturação do solo, e que em um mesmo local a curta distancia essas características não variem, é provável que medidas próximas sejam semelhantes (ROCHA, 2004).

A utilização de varias medidas de dispersão, mesmo que obtidas de forma indireta, tem diversas razões, como ordenamento do conjunto de dados (análise exploratória), amplitude total (ligada a simetria e dados periféricos), desvio padrão (variabilidade dos dados), coeficiente de variação (dispersão dos dados) dentre outras medidas. Essas estatísticas podem ser afetadas pela presença de valores discrepantes, de forma que a qualidade delas como avaliadora da variabilidade pode ser questionada (LIBARDI et al., 1996).

Quando o valor do coeficiente de variação experimental (CV) é alto, fica prejudicado o trabalho, sendo que a causa pode ser a variabilidade do solo, assumido como homogêneo no início, ao se estabelecer o experimento. Se houver relação entre as amostras e suas posições no espaço e se esta for conhecida, este grau de dependência pode ser estimado (CICHOTA; VAN LIER; ROJAS, 2003). Em análise estatística, a proximidade de valores indica que são semelhantes, até um determinado limite, que aqueles tomados a maiores distâncias. Com isso, os dados não podem ser analisados como independentes e um tratamento estatístico mais adequado será necessário (EGUCHI, 2003).

Grandes intervalos de ocorrência da variável estudada são considerados como uma dificuldade e, normalmente, muitos dados deixam de ser analisados e publicados por considerar que esta variabilidade é um erro, ou resíduo, fruto de fatores não controlados e ao acaso (REICHARDT; VIEIRA; LIBARDI, 1986). O conhecimento da variabilidade permite um planejamento adequado de experimentos, com menor esforço de amostragem. A

eliminação criteriosa de dados discrepantes (outliers) por meio da análise preliminar pode melhorar a descrição estatística dos dados sem perda significativa do número de dados (CICHOTA; VAN LIER, 2004).

As técnicas geoestatísticas e outros modelos utilizados na análise dos resultados têm grande importância devido às variabilidades espacial e temporal da água no solo estarem relacionadas, dentre outros fatores, às diferentes propriedades do solo, vegetação, topografia e manejo (ENDALE; FISHER; SCHOMBERG, 2006), clima e principalmente as precipitações (STARKS et al., 2006). Gonçalves, Folegati e Silva (1999) mencionam que pode haver uma redução do coeficiente de correlação no período de secagem, podendo ser observados períodos distintos da redução no coeficiente de correlação relacionados com os estádios do processo evaporativo.

A autocorrelação entre as amostras vizinhas no espaço estima a dependência entre amostras e pode ser realizada com grande utilidade quando se está fazendo amostragem em uma direção. Quando a amostragem envolve duas direções (x e y) o instrumento mais indicado na estimativa da dependência entre amostras é o semivariograma através da técnica de krigagem (SILVA, 1988).

Além do estudo puramente espacial de medidas feitas a campo (ISAACKS; SRIVASTAVA, 1989), a análise da estabilidade temporal (VACHAUD et al., 1985) dessas medidas é uma ferramenta que pode ser muito valiosa na identificação de um local de amostragem para a medida. Vachaud et al. (1985) mencionam ainda que uma pequena variação temporal na diferença média relativa é um indicativo de estabilidade temporal dos dados no tempo, independente do solo.

Vachaud et al. (1985) propuseram o conceito de estabilidade temporal que é descrito como a associação invariável entre locais espaciais de valores da estatística clássica paramétrica. Este método foi proposto com o objetivo de reduzir o número de amostras coletadas a campo, onde após análise estatística, é possível identificar amostras que representem o padrão comportamental dos dados na área. Estes autores afirmam ainda que a variabilidade do conteúdo de água no solo e persistência da distribuição do conteúdo de água se deve a variações da textura do solo, ou seja, há mais água retida em locais com maior conteúdo de argila. No entanto, Pachepsky, Guber e Jacques, (2005) não verificaram essa fonte específica de persistência, considerando que, o conteúdo de água no solo também é dependente do potencial mátrico.

Há basicamente duas técnicas para o estudo da estabilidade temporal: a primeira denominada diferença relativa, faz uma análise dos desvios entre os valores observados

individualmente e a média deles, medidos espacialmente. Igualdades ou pequenas variações da diferença relativa entre posições ao longo do tempo indicam estabilidade temporal. A segunda técnica é o teste de correlação de Spearman que é utilizado como uma ferramenta estatística para indicar o grau de concordância da variabilidade espacial obtida em diferentes tempos (VACHAUD et al., 1985).

Kachanoski & De Jong (1988) aplicaram o conceito de estabilidade temporal como definido por Vachaud et al. (1985). Concluíram que a armazenagem de água em um determinado local resulta da ocorrência de um conjunto de processos hidrológicos que operam em diferentes escalas espaciais e, então, demonstraram que análises de ocorrência espacial poderiam ser usadas para examinar a estabilidade temporal como uma função da escala de qualquer variável do solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização e preparo da área experimental

O estudo foi conduzido em uma área do Campus da ESALQ/USP, município de Piracicaba, Estado de São Paulo. As coordenadas geográficas são 22° 42' 43,3" de latitude S, 47° 37' 10,4" de longitude W e 546 m de altitude. O clima da região é do tipo Cwa conforme a classificação de Köppen apresentando um inverno seco, em que as médias das temperaturas mínimas e máximas estão em torno de 18 e 29 °C respectivamente, sendo a precipitação anual média 1.257 mm e a umidade relativa em torno de 74 %. A estação seca ocorre entre os meses de abril e setembro e a chuvosa de outubro e fevereiro. As precipitações pluviais foram medidas com pluviômetro modelo Ville de Paris. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico textura média (Embrapa, 2006). As informações sobre a granulometria são descritas a seguir (Tabela 1).

Tabela 1 - Granulometria e classe textural dos horizontes pedológicos

Horizontes Pedológicos	Areia (g kg ⁻¹)	Silte (g kg ⁻¹)	Argila (g kg ⁻¹)	Classe Textural
A (0-0,20 m)	800	60	140	Franco-arenosa
Bw1 (0,21-0,40 m)	760	70	170	Franco-argilo-arenosa
Bw2 (0,41-0,60 m)	740	60	200	Franco-argilo-arenosa
Bw3 (0,61-0,80 m)	740	60	200	Franco-argilo-arenosa

Fonte: Brito (2010)

O relevo é plano e a área experimental possui 1500 m² onde foram instalados 60 tubos de alumínio para acesso de uma sonda de nêutrons, juntamente com dois tensiômetros com manômetro de mercúrio ao lado de cada tubo totalizando 120 tensiômetros, sendo 60 na profundidade de 0,75 m e 60 na profundidade de 0,85 m (Figura 1). Com isso foi possível determinar o potencial mátrico e o gradiente do potencial total a 0,80 m, estimar a densidade de fluxo, acompanhar as saídas e entradas da água e realizar o balanço da água no volume de solo considerado. O volume de controle de solo delimitado para o balanço hídrico abrangeu desde a superfície do solo até a profundidade de 0,80 m.

Figura 1 - Área experimental ilustrando os tensiômetros e os tubos de acesso à sonda de nêutrons

A área experimental foi preparada para o plantio por meio de gradagem, calagem, abertura de sulcos para a adubação e plantio e construção de uma cerca em seu entorno. A correção do solo foi feita por meio da aplicação de calcário dolomítico, 0,3 t/ha, e incorporado por meio de uma gradagem. Os sulcos de plantio possuíam espaçamento de 0,80 m e profundidade de 0,20 m, para que o adubo fosse colocado abaixo das sementes. O espaçamento entre as plantas foi 0,35 m e o número de sementes utilizadas por cova foi três. Foram utilizados 40, 60 e 46 kg ha⁻¹ de N-ureia, P₂O₅ superfosfato simples e K- KCl aplicados apenas nas linhas de plantio. A adubação de cobertura com ureia foi feita na mesma proporção anterior 20 dias após a germinação total das sementes.

A variedade de milho utilizada foi a DKB 370 por ser adaptada à região, altamente resistente ao acamamento e precoce. Os tratos culturais aplicados foram capinas, controle da ocorrência de lagartas e formigas.

O volume de controle de solo delimitado para o balanço hídrico abrangeu desde a superfície do solo até a profundidade de 0,80 m. Para a determinação do potencial mátrico, do gradiente do potencial total a 0,80 m e da estimativa da densidade de fluxo, foram instalados 120 tensiômetros, sendo 60 na profundidade de 0,75 m e 60 a 0,85 m. Com isso, foi possível também acompanhar as saídas e entradas da água a esta profundidade e realizar o balanço da água no volume de solo considerado. Para a instalação dos tensiômetros, as cápsulas foram saturadas previamente e introduzidas no solo por meio de orifícios feitos por trados de rosca

com espessura ligeiramente inferior a das capsulas, de tal maneira a obter o melhor contato entre o solo e a cápsula. Foram utilizados suportes de madeira para os manômetros de mercúrio que consistiram de tubos de nylon com diâmetro interno de 0,002 m.

As leituras H nos manômetros para cada ponto e profundidade correspondente, foram feitas diariamente às 7h e 30 min e o cálculo do potencial mátrico da água no solo, em m de água, pela Equação 2 (LIBARDI, 2005).

$$\phi_m = -12,6H + h_c + z \quad (2)$$

em que ϕ_m é o potencial mátrico da água no solo (m água), H é a altura da coluna de mercúrio ou leitura do tensiômetro (m Hg), h_c é a altura do nível de mercúrio na cubeta em relação à superfície do solo (m água) e z é distância do centro da cápsula porosa do tensiômetro à superfície do solo (m água).

Para a determinação do conteúdo de água no solo ao longo do perfil nas profundidades de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 m foi utilizada a sonda de nêutrons modelo 503 Hydroprobe, da CPN Corporation. As medidas foram semanais e as curvas de calibração utilizadas foram elaboradas como parte de um projeto de pesquisa de outro grupo de pesquisadores. Desta forma, obtiveram-se 13 períodos (P1 a P13) para o balanço que abrangeram todo o ciclo da cultura.

3.2 Componentes do balanço hídrico no solo

A drenagem interna e a ascensão capilar (D e AC) no limite inferior do volume de solo considerado foram estimadas pela equação de Darcy-Buckingham que quantifica o movimento da água no solo:

$$q_z = -K(\theta) \frac{\phi_z(0,75m) - \phi_z(0,85m)}{0,1} \quad (3)$$

em que, $K(\theta)$ é a condutividade hidráulica em função do conteúdo de água no solo para a profundidade de 0,80 m; $\phi_t(0,75m)$ e $\phi_t(0,85m)$ são os potenciais totais às profundidades de 0,75 e 0,85 m de solo e 0,1 é a espessura do solo, em m, entre os tensiômetros instalados. A função da condutividade hidráulica do solo $K(\theta)$ em cada um dos 60 pontos experimentais foi

obtida por meio do método do perfil instantâneo conforme Brito et al. (2009b). Assim para cada período (t_f - t_i):

$$D \text{ ou } AC = \int_{t_i}^{t_f} qz \, dt. \quad (4)$$

As precipitações pluviais foram medidas com pluviômetro modelo Ville de Paris, instalado na área experimental, a 1,5 m de altura da superfície do solo.

As determinações dos componentes do balanço foram feitas e abrangeram os períodos correspondentes às fases fenológicas da cultura do milho desde a sua emergência (Tabela 2).

Tabela 2 - Fases fenológicas do milho observadas

Fases fenológicas	Datas	Duração em dias	Descrição do período
Fase 1	01/12/2009 a 10/12/2009	10 dias	Germinação/emergência
Fase 2	11/12/2009 a 24/12/2009	10 dias	4 folhas desdobradas
Fase 3	25/12/2009 a 03/01/2010	10 dias	8 folhas desdobradas
Fase 4	04/01/2010 a 13/01/2010	8 dias	12 folhas desdobradas
Fase 5	14/01/2010 a 21/01/2010	7 dias	Emissão do pendão
Fase 6	22/01/2010 a 28/01/2010	7 dias	Florescimento e polinização
Fase 7	01/02/2010 a 06/02/2010	12 dias	Grãos leitosos
Fase 8	07/02/2010 a 18/02/2010	10 dias	Grãos pastosos
Fase 9	19/02/2010 a 01/03/2010	8 dias	Grãos duros
Fase 10	02/03/2010 a 13/03/2010	10 dias	Grãos maduros fisiologicamente

Dados observados a campo e com base na escala de Francelli, (1986)

A armazenagem da água no perfil (camada de 0 a 0,80 m) foi calculada pela integral da equação 5 que representa a quantidade de água armazenada (m^3 de água/ m^2 de solo) no perfil (0 a 0,8 m de profundidade) num determinado período (LIBARDI, 2005).

$$h_{0-0,8m} = \int_0^{0,8} \theta dz = \frac{[\theta(0,2m) + \theta(0,4m) + \theta(0,6m) + \theta(0,8m)]}{4} * 0,8 = \bar{\theta} * 0,8 \quad (5)$$

A partir das armazenagens foi calculada a variação semanal de armazenagem (Δh_z) pela equação:

$$\Delta h_{0-0,80m} = h_{final} - h_{inicial} \quad (6)$$

em que, $\Delta h_{0-0,80m}$ é a variação de armazenagem na camada de 0 a 0,80 m, h_{final} é a armazenagem na camada de 0 a 0,80 m no dia atual e $h_{inicial}$ é a armazenagem na camada de 0 a 0,80 m no dia anterior.

A ET foi obtida por diferença, ou seja, como incógnita da equação do balanço, isto é:

$$-ET = \Delta h - P - AC + D \quad (7)$$

Não aparecem os processos irrigação e deflúvios porque não houve irrigação e o relevo foi considerado plano.

A produção do milho foi obtida pesando a massa de grãos em cada ponto experimental (parcelas de 5 x 5 m, tomando-se o tubo de acesso a sonda de nêutrons como centro).

3.3 Análise dos resultados

A análise estatística dos componentes do balanço foi feita inicialmente utilizando técnicas de estatística descritiva. Foram feitas análises descritivas com o objetivo de observar o comportamento dos dados obtidos e auxiliar no planejamento de outras análises estatísticas conforme Libardi et al. (1996). Considerando que os parâmetros que definem as principais características de um conjunto de dados também estão sujeitos a perturbações por valores atípicos, Libardi et al. (1996) sugerem o uso de técnicas complementares para a verificação da adequação das medidas anteriores por meio da identificação dos pontos discrepantes e extremos e descrição espacial do comportamento das variáveis que formam o conjunto de dados. Deste modo, o limite crítico para identificar os pontos discrepantes foi definido a partir da dispersão interquartil, limite superior e limite inferior. Depois da identificação dos dados discrepantes, foi verificada novamente a distribuição dos dados para confirmar se as observações alteraram, em algum sentido, o padrão de comportamento dos dados. A distribuição dos dados quanto à sua normalidade foi feita com base nos coeficientes de assimetria e curtose, teste de Kolmogorov-Smirnov e análise visual do gráfico Box-plot.

O procedimento sugerido por Vachaud et al. (1985) para a armazenagem da água no solo denominada por eles de S, foi aplicado para os componentes do balanço, a fim de verificar quais e quantos são os locais adequados para o monitoramento com precisão

aceitável e reduzido esforço amostral. Segundo Vachaud et al. (1985), o padrão de variabilidade espacial não muda com o tempo quando a armazenagem é individualmente classificada de acordo com sua magnitude ou o valor médio que representa a área amostrada. Para comprovar sua teoria, Vachaud et al. (1985) utilizaram dois procedimentos conforme seguem as equações:

$$\Delta U_j = S_{Uj} - S_j \quad (8)$$

e

$$S_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} S_{Uj} \quad (9)$$

em que i são os pontos amostrais; j são os tempos e $\bar{S}_j$ é a armazenagem média espacial em cada tempo. A partir das equações anteriores é possível calcular as diferenças relativas;

$$\delta U_j = \frac{\Delta U_j}{S_j} \quad (10)$$

sendo δU_j a diferença relativa ao longo do tempo; δU_j é igual para cada posição j , é indicativo de estabilidade temporal e independência temporal.

O segundo procedimento foi o cálculo dos coeficientes de correlação de Spearman, r_s , que servem para saber se os locais de classificação persistem ao longo do período estudado:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (R_{Uj} - R_{Uj'})^2}{N(N^2 - 1)} \quad (11)$$

em que R_{Uj} é a posição da variável em estudo observada no local i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) na data j e $R_{Uj'}$ a posição da mesma variável no mesmo local i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) mas na data j' .

Um valor igual à unidade desse coeficiente corresponde à igualdade de posição para qualquer local ou estabilidade perfeita entre dois tempos. Quanto mais próximo de 1 for o valor de r_s mais estável será o processo (VACHAUD et al., 1985). Na sequência, elaborados gráficos que possibilitam a identificação dos locais cujos valores possam sempre estar próximos da média em qualquer tempo (VACHAUD et al., 1985; GONÇALVES et al., 1999).

Todas as análises foram feitas por meio dos programas estatísticos Statistica7 e o Microsoft Excel2007.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Processamento dos dados

Inicialmente, foram elaboradas tabelas com o resumo da estatística descritiva e os gráficos boxplot com os dados originais referentes à evapotranspiração e à drenagem interna (Figuras e Tabelas 3 e 4). Em seguida, os dados foram analisados por meio de programas estatísticos nos quais foram retirados os pontos discrepantes, e novamente foi feita a estatística para observar se houve alterações dos valores e tendências. Em primeira análise por meio dos gráficos boxplot foi verificado que houve alguns valores considerados discrepantes e extremos, havendo a necessidade de elimina-los, tanto para a drenagem interna quanto para a evapotranspiração. Para a evapotranspiração os períodos P3, P5, P6, P7, P8, P9, P12 e P13 apresentaram valores considerados como discrepantes e/ou extremos (Figura 2) com base nos limites críticos calculados (LIBARDI et al., 1996) sendo portanto eliminados, e um afastamento entre a média e mediana mais evidente nos períodos P2, P6 e P7. Para a drenagem interna, só não houve valores discrepantes e/ou extremos para os períodos P6, P7 e P11 (Figura 3). Os dados iniciais não apresentaram assimetria exagerada ou curtose aguda (GOES, 1980), podendo ser observado pouca dispersão ao redor da mediana, tomada como base de medida central (Tabelas 3 e 4).

Figura 2 - Evapotranspiração observada para os 13 períodos, em dias julianos, antes da eliminação dos dados discrepantes

Figura 3 - Drenagem ou Ascensão Capilar observada para os 13 períodos, em dias julianos, antes da eliminação dos dados discrepantes

Tabela 3 - Resumo estatístico da Evapotranspiração da cultura, em mm, nos 13 períodos observados antes da eliminação dos dados discrepantes

Períodos	Média	Mediana	Mínimo	Maximo	DesvPad	CV%	Curtose	Assimetria	Quartil Inferior	Quartil Superior
P1	43,21	43,99	24,90	66,39	10,16	23,5	-0,514	0,018	34,92	49,44
P2	28,76	31,43	0,76	57,90	13,18	45,8	0,845	-0,325	19,44	36,40
P3	36,79	38,02	9,12	66,62	13,80	37,5	-0,048	-0,067	29,32	43,46
P4	23,39	21,03	6,18	51,17	11,06	47,3	0,101	0,674	15,82	30,65
P5	32,10	32,18	8,83	75,35	11,04	34,4	3,78	0,836	26,16	36,99
P6	33,58	26,93	10,84	81,30	18,65	55,5	-0,16	0,783	18,48	45,57
P7	38,06	36,88	6,37	70,10	16,35	43,0	-0,662	0,086	26,74	48,48
P8	44,75	46,56	15,54	64,91	10,43	23,3	1,112	-1,057	40,45	52,03
P9	34,39	32,89	17,68	60,76	8,75	25,5	1,521	1,000	27,79	38,22
P10	43,84	43,98	27,36	59,92	8,49	19,4	-0,529	0,094	37,86	49,24
P11	26,98	26,18	7,00	47,43	9,40	34,8	-0,469	0,090	21,15	32,40
P12	48,10	50,09	18,12	65,76	10,80	22,4	0,160	-0,625	41,76	54,30
P13	11,03	10,12	1,06	23,99	5,51	49,9	-0,347	0,369	7,57	13,97

Tabela 4 - Resumo estatístico para a drenagem interna, em mm, nos 13 períodos observados antes da eliminação dos dados discrepantes

Períodos	Média	Mediana	Mínimo	Maximo	DesvPad	CV%	Curtose	Assimetria	Quartil Inferior	Quartil Superior
P1	-23,17	-21,55	-56,33	4,20	11,19	48,3	0,672	-0,356	-31,30	-16,15
P2	-11,78	-10,11	-30,39	5,88	7,83	66,5	0,268	-0,554	-16,20	-7,63
P3	-12,91	-13,77	-29,90	17,79	10,03	77,7	1,689	0,989	-20,93	-7,15
P4	-2,02	-2,00	-12,36	11,15	3,94	194,9	3,094	0,543	-3,77	-0,49
P5	0,31	0,26	-12,39	14,83	4,72	1511,3	2,080	-0,003	-1,52	2,10
P6	-52,96	-59,73	-78,01	0,02	18,73	35,4	-0,007	0,856	-66,71	-37,30
P7	-91,66	-91,46	-132,58	-58,34	17,10	18,7	-0,074	-0,098	-102,98	-80,31
P8	-9,41	-8,89	-25,00	3,79	6,04	64,2	0,248	-0,107	-12,88	-5,37
P9	-4,34	-3,57	-18,11	4,87	4,38	101,0	1,265	-0,877	-6,20	-1,54
P10	-3,48	-2,41	-15,40	9,95	5,34	153,6	0,589	-0,484	-5,87	-0,27
P11	-10,86	-10,71	-24,65	1,52	6,73	62,0	-0,943	-0,081	-16,83	-5,13
P12	-21,54	-19,70	-51,75	-3,67	10,14	47,1	0,780	-0,822	-26,47	-14,90
P13	-6,20	-5,61	-19,29	4,88	4,67	75,4	0,603	-0,103	-9,13	-3,30

Após a eliminação dos valores considerados como discrepantes e/ou extremos (Figura 4) os valores da média e mediana da ET alteraram nos períodos P5 a P9 e houve uma aproximação entre a média e mediana nos períodos P7 e P9 (Tabela 5). Nos períodos P6 e P8 houve efeito inverso aumentando-se a distância entre a média e mediana, mas houve redução dos valores de CV e desvio padrão. Esses parâmetros também diminuíram nos períodos P5, P7 e P9. Mesmo com este procedimento os dados apresentaram distribuição não normal conforme indicado pela diferença entre os valores da média e mediana e alguns valores elevados de assimetria e curtose e o teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov a 5% de probabilidade. Observando-se os coeficientes de curtose (Tabela 5) constata-se que para a maioria dos períodos apresentaram valores menores que zero, apresentando uma distribuição bastante dispersa dos dados devido a distância de zero (NAGHETTINI; PINTO, 2007). A análise exploratória aplicada para a retirada dos valores discrepantes foi importante no tratamento dos dados, pois observou-se alteração dos dados.

Figura 4 - Evapotranspiração observada para os 13 períodos, em dias julianos, após a eliminação dos dados discrepantes

Com base nos gráficos de boxplot pode ser verificado que há uma tendência de redução da ET sempre que há um período de precipitações mais baixas (Figura 4). Zhang et al., (2004), verificou que a ET é diretamente proporcional à quantidade de água armazenada no solo. Farre; Faci, (2006) verificaram que a quantidade de água armazenada no solo e as precipitações são fatores que influenciam a ET. O processo evaporativo é regulado pela condutividade hidráulica do solo sendo que, com o processo de perda de água até um determinado momento esse processo é limitado gradativamente. Houve um maior afastamento entre os quartis inferior e a mediana nos períodos P2, P3, P7, P8 e P12 indicando a tendência aumento do consumo de água pela cultura em seu pleno desenvolvimento e uma redução da drenagem interna no solo. Esse aumento da dispersão dos dados verificado pelo afastamento da mediana e quartis, pode ser interpretado como absorção diferenciada de água entre as plantas de milho e a variação das propriedades hidráulicas do solo podendo haver locais com teores diferentes de água armazenada.

Tabela 5 - Resumo estatístico da Evapotranspiração da cultura, em mm, nos 13 períodos observados após a eliminação dos dados discrepantes

Períodos	Média	Mediana	Mínimo	Maximo	DesvPad	CV%	Curtose	Assimetria	Quartil Inferior	Quartil Superior
P1	43,14	44,21	24,90	66,39	9,53	22,1	-0,503	-0,023	35,01	49,12
P2	28,76	31,43	0,76	57,90	13,18	45,8	-0,221	-0,259	19,44	36,40
P3	35,57	36,96	9,12	61,20	12,67	35,6	-0,145	-0,336	28,86	42,49
P4	23,39	21,03	6,18	51,17	11,06	47,3	0,101	0,675	15,82	30,65
P5	31,69	32,18	14,08	49,62	8,69	27,4	-0,321	-0,369	26,34	36,96
P6	31,60	25,29	10,84	63,35	16,21	51,3	-1,024	0,518	17,94	44,93
P7	36,09	36,74	9,57	58,94	13,74	38,1	-0,843	-0,096	26,66	47,32
P8	46,46	47,16	26,79	64,91	8,11	17,5	0,381	-0,559	41,89	52,33
P9	33,32	32,85	17,68	50,27	7,11	21,3	-0,091	0,323	27,67	37,78
P10	43,84	43,98	27,36	59,92	8,49	19,4	-0,529	0,094	37,86	49,24
P11	26,98	26,18	7,00	47,43	9,40	34,8	-0,470	0,091	21,15	32,40
P12	48,77	50,63	18,12	65,76	10,46	21,4	0,617	-0,734	44,72	54,40
P13	11,03	10,12	1,06	23,99	5,51	49,9	-0,347	0,370	7,57	13,97

Com o desenvolvimento da cultura nota-se que a drenagem interna reduz-se fortemente a partir do período P1 a P5, havendo um pequeno intervalo entre os pontos de máximo e mínimo quando se aproxima do P5. Essa pequena variação dos valores da drenagem interna e a presença da ascensão capilar nos períodos P4 e P5 se deve a pouca precipitação que ocorreu no período (Figura 5), a evapotranspiração que passa a aumentar com o desenvolvimento da cultura e as perdas por drenagem interna. Quando a drenagem interna diminui passando a atuar a ascensão capilar, significa que as camadas mais profundas do solo passaram a contribuir com o consumo de água em todos os períodos nos quais as precipitações foram baixas. Cruz et al. (2005) também verificaram essa influência da ascensão capilar quando trabalharam com balanço hídrico em citros no mesmo solo.

Figura 5 - Drenagem ou Ascensão Capilar observada para os 13 períodos, em dias julianos, após a eliminação dos dados discrepantes

O coeficiente de variação (CV) médio da drenagem interna, excluindo-se o P5 foi 62% para os períodos mais secos e 160% para os períodos mais úmidos. Para os períodos com menor teor de água os valores do CV estão entre o limite médio a alto e para os períodos com maior umidade são altos (WARRICK; NIELSEN, 1980). Na média geral o CV está elevado (98%) devido principalmente ao P5 cujo coeficiente foi de 481% (Tabela 6). Fatores como o secamento irregular do perfil do solo e o crescimento diferenciado de raízes podem ser as causas para esse coeficiente tão elevado no P5.

Como exceção, apenas os períodos P6 e P7 apresentaram grande dispersão ao redor da mediana, não ocorrendo mudança mesmo após o tratamento dos dados (Tabela 6). Nesses períodos houve precipitações muito elevadas o que pode ter influenciado a grande variabilidade dos resultados da drenagem interna, que apresentaram um amplo intervalo de distribuição e afastamento entre os quartis e a mediana (Figura 5). Nesses mesmos períodos foi observado que o desvio padrão foi elevado confirmando a grande dispersão dos dados e uma maior distância da média (Tabela 6). Isso indica que o processo de infiltração, redistribuição e condutividade hidráulica do solo no perfil nesses períodos pode ter sido bastante desuniforme havendo variação no tempo de leitura dos tensiômetros, como observado a campo. Segundo Libardi et al. (1980) isso pode ser explicado pela variabilidade espacial natural dos solos. Tal fato pode ser atribuído a um período mais seco no P5, onde a drenagem interna estava bastante baixa e a demanda da evapotranspiração da cultura aumentou, predominando a ascensão capilar da água. Essa grande amplitude das leituras foi

verificada em todos os pontos amostrais durante os períodos P6 e P7 indicando que condutividade hidráulica do solo não foi homogênea. Os valores de drenagem interna nesses períodos concentraram-se entre o primeiro quartil e a mediana, indicando haver tendência de altas drenagens nesse período e distribuição assimétrica positiva (Figura 5). A partir do período P8 a drenagem interna volta a reduzir e a ascensão capilar começa a atuar novamente devido à diminuição das chuvas.

Tabela 6 - Resumo estatístico para a drenagem interna, em mm, nos 13 períodos observados após a eliminação dos dados discrepantes

Períodos	Média	Mediana	Mínimo	Maximo	DesvPad	CV%	Curtose	Assimetria	Quartil Inferior	Quartil Superior
P1	-22,49	-21,45	-42,51	4,20	10,22	45,4	-0,176	0,058	-31,20	-15,80
P2	-10,31	-9,57	-21,29	-0,45	5,37	52,1	-0,723	-0,154	-14,23	-7,33
P3	-14,19	-14,30	-29,90	1,38	7,97	56,2	-0,929	0,063	-21,31	-7,86
P4	-1,95	-1,88	-5,74	1,59	1,80	92,1	-0,365	-0,225	-2,91	-0,61
P5	0,56	0,27	-5,38	6,99	2,68	481,0	0,157	0,394	-1,36	2,09
P6	-52,96	-59,73	-78,01	0,02	18,73	35,4	-0,007	0,856	-66,71	-37,30
P7	-91,66	-91,46	-132,58	-58,34	17,10	18,7	-0,074	-0,098	-102,98	-80,31
P8	-9,09	-8,82	-20,05	3,79	5,66	62,3	-0,056	0,146	-12,85	-5,31
P9	-3,84	-3,13	-12,31	4,87	3,67	95,7	0,071	-0,327	-5,96	-1,52
P10	-2,52	-1,80	-10,16	5,63	3,59	142,6	0,105	-0,270	-4,84	-0,19
P11	-10,86	-10,71	-24,65	1,52	6,73	62,0	-0,943	-0,081	-16,83	-5,13
P12	-20,41	-19,34	-40,17	-3,67	8,62	42,2	-0,217	-0,378	-25,95	-14,51
P13	-5,93	-5,61	-14,18	4,88	4,32	72,8	0,032	0,279	-9,11	-3,26

Poucas mudanças foram observadas após o tratamento dos dados em relação à média e mediana para a drenagem interna (Tabela 6). Mesmo nesse caso a mediana não necessitaria ser substituída por outra medida de tendência central. A variação entre a média e mediana foi em função das precipitações e exigência das culturas nos seus diferentes estádios de desenvolvimento (LIBARDI et al., 1996). No entanto, foram observadas mudanças no CV dos períodos P2 a P5, juntamente com alterações na assimetria e curtose para a maioria dos períodos. Os desvios-padrão dentro de cada período de amostragem reduziram após a retirada dos valores periféricos (Figura 5). O comportamento desses parâmetros estatísticos acompanhou a mesma tendência do conteúdo de água no solo, ou seja, quando houve o aumento da umidade do solo o desvio padrão, CV e assimetria também aumentam (Figura 5, Tabela 6). Esses resultados são discordantes de Libardi et al. (1996) que observaram aumento da dispersão da amostragem quando os teores de água no solo diminuam. Elevados valores

de CV citados na literatura a respeito dos componentes do balanço hídrico indicam variabilidade natural dos solos. Quando se conhece a fonte causadora da elevação do CV e os dados são bem interpretados, os resultados da pesquisa não são inválidos (VILLAGRA et al., 1995).

As precipitações contribuíram para o aumento do CV em determinados períodos devido à água não ter chegado a mesma quantidade em todos os tensiômetros. Isso foi verificado quando se comparou o CV da drenagem interna (Tabela 6) com os períodos de maior precipitação (Figura 6). Nesses mesmos períodos de precipitação elevada houve também altos valores de drenagem interna. Com isso, é provável que haja grandes implicações como a lixiviação de fertilizantes, herbicidas (REICHARDT et al., 1979), e problemas relacionados a contaminação do lençol freático em função do manejo da cultura (BRITO et al., 2009b), podendo também facilitar a dispersão das argilas dependendo da relação entre o manejo e os adubos com alto teor salino aplicados no solo, o que pode ser mais agravado para solos argilosos. A ET e a drenagem interna seguiram a mesma tendência de distribuição do ciclo das chuvas, fato também verificado por Brito et al. (2009b). Devido a pouca quantidade de argila encontrada (Tabela 1), e conseqüentemente possuir baixa capacidade de reter mais água por um período mais longo, houve um estresse por insuficiência hídrica no período P5 quando as precipitações foram insuficientes para atender à demanda da cultura. Isso é possível nesse solo, principalmente pelo teor de areia médio com 75%. A evapotranspiração média para o ciclo da cultura foi de 5 mm dia⁻¹, um pouco abaixo da evapotranspiração potencial para a época do ano de 7 mm dia⁻¹ (REICHARDT et al., 1979).

Figura 6 - Precipitação pluvial e drenagem interna média com erro padrão nos 13 períodos

Os valores da média e mediana da armazenagem de água estão bem próximos ou são semelhantes indicando uma tendência de distribuição assimétrica negativa dos dados (Tabela 7). Os coeficientes de curtose, em sua maioria são menores que zero indicando uma distribuição platicúrtica, ou seja, os valores encontrados estão bem próximos, o que não ocorre com os valores positivos de curtose, onde a distribuição é mais dispersa. Observa-se que na medida em que o solo seca nos períodos P4 e P5 há o aumento da distancia entre os valores das médias e o aumento do CV, mas não ultrapassando 10%, o que é considerado baixo (WARRICK; NIELSEN, 1980). Segundo Cameron (1978), este fato pode estar relacionado há uma possível heterogeneidade na distribuição do tamanho dos poros do solo.

Tabela 7 - Resumo estatístico da armazenagem da água no solo, em mm, nos 13 períodos

Períodos	Média	Mediana	Mínimo	Maximo	DesvPad	CV%	Curtose	Assimetria	Quartil Inferior	Quartil Superior
P1	150,46	150,96	130,25	168,62	8,76	5,8	-0,284	-0,036	144,28	156,04
P2	130,99	131,36	112,53	147,82	8,21	6,3	-0,198	-0,068	125,16	135,85
P3	134,32	134,27	115,28	162,76	10,62	7,9	-0,117	0,227	126,50	141,94
P4	123,71	125,41	95,62	147,09	11,25	9,1	0,049	-0,423	116,71	130,21
P5	107,77	110,35	84,35	125,85	10,54	9,8	-0,769	-0,406	98,80	116,04
P6	151,13	151,66	123,26	172,57	9,48	6,2	1,359	-0,449	147,54	157,89
P7	155,31	156,33	135,82	171,65	8,64	5,6	-0,261	-0,354	150,29	161,98
P8	136,86	136,73	112,67	172,74	12,12	8,9	1,036	0,476	130,24	141,59
P9	123,13	124,60	101,17	145,14	10,17	8,3	-0,342	-0,146	115,37	129,03
P10	145,21	145,52	120,48	165,19	11,96	8,2	-0,871	-0,254	138,29	155,50
P11	133,17	133,39	110,25	156,28	10,69	8,0	-0,478	-0,218	126,08	142,04
P12	136,63	136,31	117,71	158,91	9,38	6,9	-0,175	0,139	130,57	143,16
P13	119,40	119,68	97,60	143,67	9,71	8,1	-0,107	-0,069	113,23	127,73

Os dados da armazenagem da água no solo foram submetidos à identificação de valores discrepantes em que se verificou não ser necessária a exclusão de qualquer valor. Em seguida, os dados foram submetidos ao teste de aderência de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% de probabilidade, onde se verificou que os dados não seguem uma distribuição normal. O conteúdo de água armazenado no solo variou conforme a distribuição das chuvas, pois nota-se que, inicialmente havia muita água armazenada no solo no P1 e esse montante reduz-se a cada período quando diminuem as chuvas nos períodos seguintes (Tabela 8). Para uma amostragem mais segura do local que representa a média da área estudada, deve-se fazer o maior número possível de medições (ROCHA et al., 2005) e, após a obtenção do ponto

amostral que represente o comportamento médio da armazenagem da água no solo, é possível identificar com precisão os locais adequados para amostragens com redução do número de amostras coletadas e reduzido esforço amostral (VACHAUD et al., 1985).

No período P5 o solo encontra-se bem seco devido à baixa precipitação ocorrida desde o período P4 e o constante aumento do consumo de água pela cultura e a evapotranspiração. Os coeficientes de variação foram considerados como baixos (WARRICK; NIELSEN, 1980). Os dados da Tabela 8 foram plotados da Figura 7 para melhor visualização e entendimento do comportamento do armazenamento da água, drenagem interna e da evapotranspiração em relação à quantidade de chuva ocorrida no mesmo período estudado.

O desvio-padrão para a drenagem interna ou ascensão capilar seguiram a tendência também observada por Brito et al. (2009b) e Cruz et al. (2005), havendo maior dispersão nos períodos e que houve maiores precipitações (P6 e P7), sendo os erros deste processo também propagados na estimativa da evapotranspiração (Tabela 8). Conforme esses autores, essa propagação de erros pode ser decorrente da variabilidade espacial das propriedades físico-hídricas do solo e da relação exponencial entre a condutividade hidráulica e o conteúdo de água no solo.

Tabela 8 - Resumo estatístico do balanço hídrico para os 13 períodos estudados e seus respectivos desvios-padrão

Períodos	Precipitação	DI ou AC	Δh	ET	ET diária mm dia ⁻¹
	mm.....				
P1	75,9	-25,49 $\pm$ 10,22	-2,26 $\pm$ 8,76	-52,67 $\pm$ 9,53	-7,52
P2	25,4	-10,31 $\pm$ 5,37	-15,07 $\pm$ 8,21	-30,16 $\pm$ 13,18	-3,77
P3	48,7	-14,19 $\pm$ 7,97	1,02 $\pm$ 10,62	-33,49 $\pm$ 12,67	-4,78
P4	14,8	-1,95 $\pm$ 1,80	-10,75 $\pm$ 11,25	-23,60 $\pm$ 11,06	-3,93
P5	15,9	0,56 $\pm$ 2,68	-15,89 $\pm$ 10,54	-32,35 $\pm$ 8,69	-4,04
P6	130,9	-52,96 $\pm$ 18,73	44,49 $\pm$ 9,48	-33,45 $\pm$ 16,21	-5,58
P7	132,9	-91,66 $\pm$ 17,10	3,19 $\pm$ 8,64	-38,05 $\pm$ 13,74	-4,23
P8	35,7	-9,09 $\pm$ 5,66	-18,55 $\pm$ 12,12	-45,16 $\pm$ 8,11	-7,53
P9	25,0	-3,84 $\pm$ 3,67	-13,73 $\pm$ 10,17	-34,89 $\pm$ 7,11	-4,98
P10	69,9	-2,52 $\pm$ 3,59	22,58 $\pm$ 11,96	-44,80 $\pm$ 8,49	-5,60
P11	25,0	-10,86 $\pm$ 6,73	-11,78 $\pm$ 10,69	-20,82 $\pm$ 9,40	-3,47
P12	72,5	-20,41 $\pm$ 8,62	2,86 $\pm$ 9,38	-49,23 $\pm$ 10,46	-7,03
P13	0,0	-5,93 $\pm$ 4,32	-17,23 $\pm$ 9,71	-11,30 $\pm$ 5,51	-1,61
Total	673,4	-248,5 $\pm$ 96,45	-	-449,97 $\pm$ 134,17	-

Figura 7 - Valores médios da variação da armazenagem (VA), drenagem interna ou ascensão capilar (DI) e evapotranspiração (ET) com os respectivos desvios-padrão e a precipitação (PP)

A produtividade média do milho na área estudada foi de $4,3 \text{ t ha}^{-1}$, sendo igual a produção brasileira segundo dados da companhia nacional de abastecimento (CONAB, 2010) que estima em $4,2 \text{ t ha}^{-1}$ a média nacional nos últimos 21 anos. A variação da produtividade entre as parcelas foi de $1,8$ a $4,7 \text{ t ha}^{-1}$ e não houve qualquer tendência de distribuição ou de correlação com a drenagem interna ou a evapotranspiração.

4.2 Análise de correlação de Spearman

Os coeficientes de correlação de Spearman para a evapotranspiração foram baixos não significativos a 5% de probabilidade, com exceção da correlação entre os períodos P2 e P1 (86%) e entre P11 e P8 (43%), indicando não haver estabilidade temporal entre os períodos estudados, pois, quanto mais próximo de 1 o seu valor, maior é a estabilidade (Tabela 9).

Os coeficientes de correlação de Spearman para a drenagem interna não obtiveram valores próximos a 1, sendo em sua maioria não significativos a 5% de probabilidade (Tabela 10). Nesse caso a ocorrência de precipitações elevadas em alguns períodos coincidiu com menores coeficientes de correlação, sendo o mesmo verificado por ROCHA et al. (2005). Gonçalves, Folegati e Silva, (1999) mencionam que estes coeficientes podem reduzir-se nos períodos de secagem e que a distribuição irregular das chuvas e a variabilidade do processo de redistribuição, contribuem para os baixos coeficientes de correlação. As maiores correlações foram observadas nos períodos P13 com os períodos P8 e P9 onde ocorreram baixas precipitações e os coeficientes observados foram 62 e 66 %. A baixa correlação em geral dos

Tabela 10 - Coeficiente de correlação de Spearman entre os valores de drenagem interna no solo nos 13 períodos. Valores acima de 0,40 foram significativos a $P < 0,05$

Períodos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
P1	1,000	0,315	0,275	0,107	0,021	-0,157	0,196	0,373	0,229	0,129	0,020	0,252	0,363
P2		1,000	0,283	0,495	0,173	-0,103	0,036	0,414	0,432	0,213	0,274	0,213	0,503
P3			1,000	0,588	0,274	0,158	0,065	0,543	0,400	0,221	0,491	-0,095	0,266
P4				1,000	0,493	0,102	-0,092	0,480	0,497	0,179	0,310	0,001	0,370
P5					1,000	-0,033	-0,009	0,307	0,205	0,271	-0,088	-0,145	-0,028
P6						1,000	-0,198	0,007	-0,117	0,196	-0,050	-0,126	0,136
P7							1,000	-0,010	0,011	0,091	0,202	-0,209	0,029
P8								1,000	0,764	0,228	0,381	0,309	0,623
P9									1,000	0,507	0,451	0,139	0,665
P10										1,000	0,104	-0,206	0,392
P11											1,000	0,057	0,273
P12												1,000	0,347
P13													1,000

Tabela 11 - Coeficientes de correlação de Spearman entre os valores de armazenagem da água no solo nos 13 períodos. Valores acima de 0,50 foram considerados significativos a $P < 0,05$

Períodos	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
P1	1,000	0,368	0,674	0,449	0,699	0,598	0,717	0,555	0,510	0,697	0,645	0,741	0,616
P2		1,000	0,547	0,513	0,674	0,573	0,612	0,505	0,690	0,586	0,561	0,584	0,589
P3			1,000	0,559	0,770	0,710	0,805	0,754	0,710	0,723	0,844	0,874	0,828
P4				1,000	0,627	0,536	0,604	0,391	0,680	0,672	0,645	0,628	0,648
P5					1,000	0,709	0,782	0,699	0,801	0,789	0,872	0,856	0,870
P6						1,000	0,768	0,639	0,575	0,633	0,760	0,825	0,705
P7							1,000	0,716	0,736	0,760	0,835	0,916	0,842
P8								1,000	0,709	0,664	0,788	0,806	0,762
P9									1,000	0,844	0,855	0,792	0,834
P10										1,000	0,847	0,788	0,773
P11											1,000	0,924	0,910
P12												1,000	0,922
P13													1,000

A área experimental foi considerada plana. Durante o período do experimento de campo foram verificadas três precipitações muito elevadas nos períodos P6, P7 e P12 em torno de 100 mm. Essas precipitações intensas ocorreram sempre em um curto período e, sendo justamente a época chuvosa, e o solo já se encontrando úmido em torno da capacidade

de campo, grande parte desta água foi perdida por drenagem interna. Com os excessos dessas chuvas os fluxos de água no solo podem resultar em alguma drenagem interna preferencial em alguns locais em pontos isolados, resultando em fluxos extremos. Detomini et al., (2009) relatam este problema em que as precipitações muito elevadas podem causar acúmulo preferencial em alguns locais ocasionando drenagens elevadas mesmo a área sendo plana. Gaiser et al. (2004) mencionaram que os fluxos de água no perfil de solos arenosos (textura do solo Tabela 1) pode ser alta quando precipitações de elevadas intensidades ocorrem, devido esses solos possuírem baixa capacidade de retenção de água. As precipitações observadas durante o ciclo da cultura foram superiores a média histórica (Figura 8) e quase o dobro necessário para o desenvolvimento da cultura do milho (ZHANG et al., 2004).

Figura 8 - Precipitação histórica e observada apenas durante o ciclo da cultura. No mês de março foi contabilizada apenas a média histórica para os 12 dias observados e em dezembro a média histórica para 27 dias

4.3 Comportamento dos pontos amostrais na área estudada

Após a caracterização da estabilidade temporal da drenagem interna e da armazenagem da água no solo, foi possível identificar quais são os pontos que estimam a média da umidade qualquer que seja o período, com maior confiabilidade e reduzindo-se assim o esforço amostral e obtendo-se uma medida segura (VACHAUD et al., 1985). Observa-se que alguns locais superestimam (diferença relativa média > 0) ou subestimam (diferença relativa média < 0) as medidas da drenagem interna e da armazenagem da água no solo. A partir destas análises, os locais a serem escolhidos para futuras amostragens a campo segundo Gonçalves et al. (1999), devem apresentar valores confiáveis com uma diferença

média relativa mais próxima possível de zero e estar associada ao menor valor de desvio padrão.

As particularidades acometidas ao solo em cada local específico, determinam a dinâmica do comportamento dos fluxos de drenagem e armazenagem da água no solo. Fatores como crescimento de raízes, reestruturação do solo devido os ciclos de umedecimento e secamento, macro e microfauna do solo, a mecanização e a própria ação humana ao instalar equipamentos e coletar os dados a campo são capazes de provocar algum tipo de alteração no padrão original da estabilidade temporal do solo. Starks et al. (2005) mencionam que a topografia suave a moderadamente ondulada em paisagem com grama e pastagem, minimizaram os fatores que afetam a estabilidade temporal.

Os desvios-padrão da drenagem interna apresentaram uma amplitude muito elevada, fato que pode ser atribuído a particularidades do solo em cada local atribuídas anteriormente. Os pontos que representam a drenagem interna média da área estudada foram 60 e 22 que apresentaram uma diferença relativa percentual média de -9,2% e -1,9% e desvio padrão de 21,8% e 41,5%, respectivamente. Os valores extremos foram representados pelos pontos 24 e 46 que apresentaram uma média de 78,87% e 78,07% e desvio padrão de 158% e 215%, respectivamente (Figura 9a).

Por meio das diferenças relativas médias e os respectivos desvios padrão, foi observado que as medidas de armazenagem se distribuem amplamente revelando a ausência de qualquer tendência para a concentração de valores em qualquer direção (Figura 8b). Os pontos extremos da armazenagem da água foram o ponto 60 que apresentou variação de 13% inferior à armazenagem média obtida a campo e desvio padrão de 3,5%, e o ponto 57 que variou 14% superior à armazenagem média obtida a campo com um desvio padrão de 5,1% (Figura 9b). Os pontos amostrais 52 e 49 foram os que representaram a média no campo com uma diferença relativa média de -0,16% e 0,60% e um desvio padrão de 3% e 1,58%, respectivamente. Em futuras medições da armazenagem da água no solo para fins de irrigação, os tensiômetros devem ser instalados nos pontos 52 e 49.

A média da armazenagem e da drenagem interna, juntamente com os pontos amostrais que melhor representam a estabilidade temporal, calculados para cada período estudado, foram plotados na Figura 10 para melhor visualização. Percebe-se que a drenagem interna é praticamente igual à média quando o solo se encontra mais seco e varia um pouco ao redor da média quando há grandes precipitações. Para a armazenagem esse comportamento não foi verificado, sendo as oscilações dos valores encontrados praticamente igual à média. As possíveis oscilações dos valores encontrados para a drenagem interna podem estar

relacionadas ao equipamento de medida, textura e a porosidade do solo que podem influenciar na variabilidade espacial da umidade do perfil do solo.

Figura 9 - Diferença relativa percentual média do comportamento da drenagem interna (a) e armazenagem da água no solo (b) em cada ponto amostral e respectivos desvios padrão

Figura 10 - Distribuição do comportamento da drenagem interna (a) e da armazenagem (b) da água no solo nos pontos com estabilidade temporal durante os períodos estudados

5 CONCLUSÃO

O uso da estatística descritiva foi útil por mostrar a mudança no comportamento dos dados após a retirada de valores discrepantes e extremos em alguns períodos;

Por meio da técnica da estabilidade temporal foi possível concluir que os componentes do balanço hídrico variaram no espaço e no tempo, e os locais amostrais que representam a drenagem interna no campo foram os pontos 60 e 22 e para a armazenagem da água foram os pontos 52 e 49, devendo em futuras determinações destes parâmetros, os tensiômetros serem instalados nestes locais, permitindo deste modo, reduzir consideravelmente o esforço amostral a campo em futuras coletas de dados;

Os coeficientes de correlação de Spearman entre os períodos indicaram estabilidade temporal para a armazenagem da água no solo, independente do teor de água. Para a drenagem interna e a evapotranspiração, os coeficientes foram em geral baixos indicando não haver estabilidade temporal.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JUNIOR, A.S. de. **Viabilidade da irrigação, sob risco climático e econômico nas microrregiões de Teresina e litoral Piauiense**. 2000. 566p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

ANGELOCCI, L.R. **Água na planta e trocas gasosas/energéticas com a atmosfera: Introdução ao comportamento biofísico**. Piracicaba. 2002. 272p.

BRITO, A. dos S. **Variabilidade espacial da condutividade hidráulica e da permeabilidade ao ar em função dos conteúdos de água e ar no solo**. 2010. 143p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BRITO, A. dos S.; LIBARDI, P.L.; MOTA, J.C.A.; MORAES, S.O. Desempenho do tensiômetro com diferentes sistemas de leitura. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33:17-24, 2009a.

BRITO, A.S.; LIBARDI, P.L.; GHIBERTO, P.J. Water Balance Components in Soils Cropped to Sugarcane, with and without Nitrogen Fertilization. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 295-303, 2009b.

BARRETO, A.C. **Efeito do sistema de rotação, sucessão e níveis de calagem sobre características físicas e químicas do solo e no desenvolvimento radicular e produção de grãos de milho (*Zea mays* L.)**. 1991. 154p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

CAMARGO, A.P. de; CAMARGO, M.B.P. de. Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 125-137, 2000.

CAMERON, D.R. Variability of soil water retention curves and predicted hydraulic conductivities on a small plot. **Soil Science**, Dordrecht, v.126, p.364-371, 1978.

CICHOTA, R; JONG VAN LIER, Q. de. Análise da Variabilidade de Pontos Amostrais da Curva de Retenção da Água no Solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v. 28, p. 585-596, 2004.

CICHOTA, R.; JONG VAN LIER, Q. de, ROJAS. C.A.L. Variabilidade espacial da taxa de infiltração em Argissolo Vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n.5, p.789-798. 2003.

CRUZ, A.C.R.; LIBARDI, P.L.; CARVALHO, L.A.; ROCHA, G.C. Balanço de água no volume de solo explorado pelo sistema radicular de uma planta de citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29. p.1-10, jan. fev. 2005.

CINTRA, F.L.D.; LIBARDI, O.L.; SAAD, A.M. Balanço hídrico no solo para porta-enxertos de citros em ecossistema de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 23-28, 2000.

DEMATTÊ, J.L.I. Characteristics of Brazilian soils related to root growth In: THE SOIL/ROOT SYSTEM IN RELATION TO BRAZILIAN AGRICULTURE, 1980, Londrina. **Proceedings...** Londrina: Instituto Agronômico do Paraná, 1981. p.21-41.

DETOMINI, E.R.; MASSIGNAN, L.F.D.; LIBARDI, P.L.; NETO, D.D. Consumo hídrico e coeficiente de cultura para o híbrido DKB 390. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, n.3, p.455-452, 2009.

EGUCHI, E.S.; SILVA, E.L.; OLIVEIRA, M.S. Variabilidade espacial da condutividade hidráulica do solo saturado e da taxa de infiltração básica determinadas “in situ”. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, p.1607-1613, dez. 2003. Edição Especial.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPq, 2006. 306p.

ENDALE, D.M.; FISHER, O.S.; SCHOMBERG, H.H. Soil water regime in space and time in small Georgia piedmont catchment and pasture. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 10, p.1-13, 2006.

FARRÉ, I.; FACI, J.M. Comparative response of maize (*Zea mays* L.) and sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) to deficit irrigation in a Mediterranean environment. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.8, p.135-143, May, 2006.

FANCELLI, A.L. **Plantas Alimentícias**: guia para aula, estudos e discussão. Piracicaba: Centro Acadêmico Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, 1986. 131p.

GAISER, T.; BARROS, I.; LANGE, F.M.; WILLIAMS, J.R. Water use efficiency of a maize/cowpea intercrop on a highly acid tropical soil as affected liming and fertilizer application. **Plant Soil**, Dordrecht, v. 263, p. 165-171, 2004.

GHIBERTO, P.J.; LIBARDI, P.L.; BRITO, A.S. ; TRIVELIN, P.C.O. Leaching of nutrients from a sugarcane crop growing on an Ultisol in Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 96, p. 1443-1448, 2009.

GONÇALVES, A.C.A.; FOLEGATTI, M.V.; MATA, J. de D.V. da. Análise exploratória e geoestatística da variabilidade de propriedades físicas de um Argissolo Vermelho. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1149-1157, 2001.

GONÇALVES, A.C.A.; FOLLEGATI, M.V. ; SILVA, A.P Estabilidade temporal da distribuição espacial da umidade do solo em área irrigada por pivô central. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.1, p.155-164, 1999.

GREGO, C.R.; VIEIRA, S.R. Variabilidade espacial de propriedades físicas do solo em uma parcela experimental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.169-177, 2005.

ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, R.M. **An introduction to applied geostatistics**. New York: Oxford University Press. 555p. 1989.

KACHANOSKI, R.G.; DE JONG, E. Scale dependence and the temporal persistence of spatial patterns of soil water storage. **Water Research Resources**, Ontario, v. 24, p.85-91, 1988.

LIBARDI, P.L.; REICHADRT, K.; NIELSEN, D.R.; BIGGAR, J.W. Simple field methods for estimating soil hydraulic conductivity. . **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.44, p. 3-7, 1980.

LIBARDI, P.L.; SAAD, A.M. Balanço hídrico em cultura de feijão irrigada por pivô central em Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 529-532, jan.abr. 1994.

LIBARDI, P.L.; MANFRON, P.A.; MORAES, S.O.; TUON, R.L. Gravimetric soil water content variability of a hydromorphic soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n.1, p. 1-12, 1996.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2005. 335p.

LIMA, J.R.S; ANTONINO, A.C.D; ANDRADE, A.P; SOUZA, C; SOARES, W.A; SOUZA, E.S; SILVA, I. F. Comparação da sonda de nêutrons e de sensores tipo TDR para a determinação dos componentes do balanço hídrico no solo e evapotranspiração do feijão caupi. **Agropecuária Técnica**, Brasília-DF, v.27, n.1, p.21–29, 2006.

MELO FILHO, J.F.; LIBARDI, P.L. Variabilidade espacial da condutividade hidráulica do solo: conceitos e bases para avaliação. In: CARVALHO, C.A.L.; DANTAS, A.C.V.L.; PEREIRA, F.A. DE C.; SOARES, A.C.F.; MELO FILHO, J.F.; OLIVEIRA, G.J.C. **Tópicos em Ciências Agrárias**. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2009. v.1. 296p.

MORAES, N.B.; MEDEIROS, J.F.; LEVIEN, S.L.A. & OLIVEIRA, A.M.S. Avaliação de cápsulas de cerâmica de instrumentos de medida de tensão usados em tensiômetros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, p.58-63, 2006.

NAGHETTINI, M.; PINTO, É.J. de A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p.

OBAKENG, O.T. **Soil moisture dynamics and evapotranspiration at the fringe of the Botswana Kalahari, with emphasis on deep rooting vegetation**. ITC dissertation number 141. ISBN 90-6164-254-X. Vrije Universiteit, Amsterdam.

PACHEPSKY, Y.; GUBER, A.; JACQUES, D. Temporal persistence in vertical distributions of soil moisture contents. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.69, p.347-352, 2005.

PEREIRA, F.A.C.; OLIVEIRA, A.S.; PAZ, V.P.S.; OLIVEIRA, G.X.S. Evapotranspiração. In: CARVALHO, C.A.L.; DANTAS, A.C.V.L.; PEREIRA, F.A. de C.; SOARES, A.C.F.; MELO FILHO, J.F.; OLIVEIRA, G.J.C. **Tópicos em Ciências Agrárias**. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, 2009. 296p. v.1.

REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; SAUNDERS, L.C.U. ; CADIMA, A.Z. Dinâmica da água em solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Campinas, v.3, p. 1-5, 1979.

REICHARDT, K.; VIEIRA S.R.; LIBARDI, P.L. Variabilidade espacial de solos e experimentação de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, Campinas, v.10, n.1, p.1-6, 1986.

REICHARDT, K. **A água em sistemas agrícolas**. São Paulo; Manole, 1990. 188p.

REICHARDT, K. TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

ROCHA, G.C.; LIBARDI, P.L.; CARVALHO, L.A. ;CRUZ, A.C.R. Estabilidade temporal da distribuição espacial da armazenagem de água em um solo cultivado com citros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.29, p. 42-50, 2005.

SILVA, A.P. **Variabilidade espacial de atributos físicos do solo**. 1988. 104p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

TEIXEIRA, C.F.A; MORAES, S.O; SIMONETE, M.A. Desempenho do tensiômetro TDR e sonda de nêutrons na determinação da umidade e condutividade hidráulica do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.29,p.161-168, 2005.

TIMM, L.C.; OLIVEIRA, J.C.M.; TOMINAGA, T.T.; CÁSSARO, F.A.M.; REICHARDT, K.; BACCHIL O.O.S. Water balance of a sugarcane crop: Quantitative and qualitative aspects of its measurement. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, n. 1, p. 57-62, jan./apr. 2002.

VACHAUD, G.; PASSERAT de SILANS, A.; BALABANIS, P. & VAUCLIN, M. Temporal stability of spatially measured soil water probability density function. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 49, p. 822-827, 1985.

VILLAGRA, M.M.; BACCHI, O.O.S.; TUON, R.L.; REICHARDT, K. Difficulties of estimating evapotranspiration from the water balance equation. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.72, p.317-325, Jan. 1995.

WAHAB, A.; TALLEYRAND, H.; LUGO-LOPEZ, A. Rooting depth, growth and yield of corn as affected by soil water availability in an Ultisol and an Oxisol. **The Journal of the Agriculture of University of Puerto Rico**, Puerto Rico, v.60, n.3, p.316-328, 1976.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. Spatial variability of physical properties of the soil. In: Hill, D.(Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic Press, 1980. cap. 13, p. 319-344.

ZHANG, Y.; KENDY, E.; QIANG, Y., CHANGMING, L.; YANJUN, S.; HONGYONG, S. Effect of soil water deficit on evapotranspiration, crop yield, and water use efficiency in the north China Plain. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.64, p.107-122, jan.2004.

ANEXOS

ANEXO A - Preparo da área experimental e colheita

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continua)

Datas	Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 7		Ponto 8		Ponto 9		Ponto 11	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
5/dez	133	139	137	144	123	129	118	119	123	133	139	147	137	143
6/dez	142	150	149	154	134	136	125	127	139	139	142	153	144	152
7/dez	145	152	151	158	134	140	126	125	132	142	151	158	148	150
8/dez	145	151	144	158	133	142	128	129	118	130	147	159	127	140
9/dez	124	133	130	139	123	132	114	115	113	123	132	143	126	133
10/dez	128	135	134	140	120	126	115	114	113	125	134	143	129	136
11/dez	137	142	139	147	125	129	116	116	117	132	139	149	134	141
12/dez	140	147	146	153	130	133	119	120	122	136	146	154	141	148
13/dez	144	151	151	158	133	138	122	123	126	141	151	160	144	153
14/dez	142	150	142	155	132	137	123	125	120	136	149	159	137	149
15/dez	140	147	143	153	127	134	121	122	118	133	155	156	135	145
16/dez	142	150	149	157	132	137	121	122	122	137	150	159	140	148
17/dez	145	156	155	162	134	141	125	124	126	143	155	163	145	154
18/dez	150	157	151	164	140	146	127	131	110	129	156	168	122	127
19/dez	130	142	139	147	127	134	118	120	115	131	145	154	132	138
20/dez	148	146	155	151	128	132	119	120	119	134	144	154	137	143
21/dez	142	151	151	157	129	133	121	123	123	138	148	158	142	149
22/dez	148	155	156	162	133	140	124	125	127	143	154	164	146	154
23/dez	151	159	160	166	135	142	127	127	130	141	158	167	150	158
24/dez	155	163	165	171	139	145	138	139	134	150	164	171	153	162
26/dez	163	179	174	179	141	146	133	134	138	150	168	178	156	166
27/dez	165	173	179	184	144	150	134	136	139	154	175	183	153	167
28/dez	165	171	183	187	146	151	137	139	117	132	178	185	125	132
29/dez	162	164	182	190	149	154	139	141	116	134	177	186	134	141
30/dez	158	157	178	190	146	152	141	142	114	131	167	184	134	151
31/dez	152	153	166	178	137	148	140	143	115	131	158	175	136	143
1/jan	153	156	169	179	142	152	143	146	120	126	160	178	141	148
2/jan	157	162	175	184	147	155	144	148	126	142	167	182	147	154
3/jan	159	163	177	185	137	147	143	147	128	145	166	181	147	154
4/jan	164	168	184	190	147	154	145	149	133	142	175	189	153	162
5/jan	169	174	191	194	151	157	148	153	137	154	182	194	157	166
6/jan	174	177	199	200	154	158	151	156	142	157	189	200	160	170
7/jan	180	182	208	206	156	160	155	159	146	160	195	205	163	173
8/jan	186	187	220	213	161	162	159	163	151	163	202	211	168	178
9/jan	188	190	224	217	162	163	163	164	162	166	205	213	170	180
10/jan	192	192	231	218	162	163	167	167	157	168	208	215	173	183
11/jan	200	196	249	228	168	167	174	174	164	169	218	221	177	187
12/jan	211	203	263	233	176	172	183	182	165	174	228	232	185	194
13/jan	211	204	260	232	176	172	188	183	171	175	231	233	186	196
14/jan	225	211	277	242	189	178	183	194	172	180	243	246	195	203
15/jan	225	209	286	248	182	176	205	192	165	178	240	241	194	203
16/jan	240	218	304	251	197	183	219	205	175	183	256	257	204	212
17/jan	245	218	310	258	197	186	227	207	172	183	258	263	206	216
18/jan	252	226	312	260	206	193	238	214	180	188	266	273	213	223
19/jan	257	228	320	261	210	198	242	219	183	189	271	281	219	229
20/jan	249	230	128	177	218	193	178	224	126	158	140	277	120	124
21/jan	130	135	124	136	180	197	203	229	112	126	132	146	124	132
22/jan	125	132	131	137	120	139	123	147	110	120	135	143	130	138
23/jan	130	138	139	146	123	131	119	121	120	131	140	146	139	144
24/jan	126	133	131	138	125	129	118	119	110	125	131	139	122	123
25/jan	125	134	134	139	127	130	116	117	114	129	136	141	135	141
26/jan	133	141	142	148	130	132	120	120	119	135	143	147	141	147

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)

Datas	Ponto 2		Ponto 3		Ponto 4		Ponto 7		Ponto 8		Ponto 9		Ponto 11	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
27/jan	140	148	149	155	134	140	122	123	124	141	151	155	146	153
28/jan	145	154	154	161	138	143	125	126	127	144	157	161	149	157
29/jan	148	150	132	159	140	148	128	128	120	145	143	162	143	148
30/jan	127	131	126	136	124	130	115	116	109	132	131	136	130	138
31/jan	123	126	123	128	120	127	118	118	113	126	126	133	125	131
1/fev	129	138	134	142	128	134	118	120	116	132	140	142	135	143
2/fev	135	143	140	149	133	137	121	121	119	135	146	149	141	148
3/fev	141	148	148	155	135	140	123	124	123	139	152	156	145	152
4/fev	146	154	154	160	137	143	127	127	126	143	158	162	149	156
5/fev	152	159	160	167	144	149	129	130	130	147	164	168	153	162
6/fev	156	163	164	170	146	151	132	132	133	151	166	171	157	165
7/fev	160	167	167	174	148	153	135	136	137	154	168	165	159	167
8/fev	165	167	168	176	145	152	136	138	137	155	169	177	160	170
9/fev	168	173	173	180	151	157	140	141	142	158	174	182	163	173
10/fev	172	177	178	184	156	160	143	144	144	160	178	186	167	177
11/fev	173	177	179	185	152	158	144	145	146	160	179	186	166	176
12/fev	178	181	183	189	156	162	146	148	148	163	183	191	170	180
13/fev	180	186	187	194	161	166	151	152	151	166	188	195	173	183
14/fev	184	186	189	194	159	164	152	152	151	167	188	197	174	184
15/fev	186	191	192	200	167	171	157	157	146	170	195	202	178	190
16/fev	191	191	195	200	163	168	158	153	153	168	193	203	179	191
17/fev	201	197	201	204	169	175	165	162	158	173	201	209	184	196
18/fev	203	200	207	210	174	177	160	168	161	175	206	214	187	200
19/fev	202	199	207	209	169	174	170	166	160	175	204	213	186	198
20/fev	205	204	211	214	173	178	175	171	164	177	207	216	191	203
21/fev	212	208	169	214	182	184	178	175	169	176	169	220	121	129
22/fev	174	181	148	166	163	178	179	173	139	155	144	162	136	141
23/fev	164	171	148	161	156	177	178	178	134	150	149	161	142	149
24/fev	159	165	154	163	143	161	169	169	131	148	152	163	147	154
25/fev	160	166	159	167	144	158	163	166	133	151	158	168	151	159
26/fev	162	169	163	171	143	153	158	163	134	152	159	169	153	161
27/fev	169	174	167	176	147	156	158	163	139	156	165	173	156	165
28/fev	173	176	170	179	147	156	158	164	142	158	167	175	158	168
1/mar	168	175	125	169	141	150	154	160	138	155	131	167	135	139
2/mar	128	139	131	134	122	130	116	120	116	133	133	140	128	139
3/mar	133	142	140	146	126	131	117	117	115	132	141	145	134	142
4/mar	137	146	145	152	129	134	120	120	119	135	147	151	138	145
5/mar	141	150	150	158	134	139	123	123	123	139	153	157	143	151
6/mar	143	152	155	163	134	140	123	124	124	142	157	161	147	154
7/mar	147	153	157	161	133	138	125	125	124	143	153	159	147	155
8/mar	152	158	162	167	142	148	127	128	133	147	160	167	153	161
9/mar	156	161	165	171	144	149	129	130	134	150	163	171	156	164
10/mar	159	164	168	164	146	149	131	132	134	131	166	174	158	167
11/mar	163	165	171	176	148	155	132	132	137	154	169	176	165	164
12/mar	166	170	176	182	150	152	136	136	140	157	174	181	161	170

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)

Datas	Ponto 12		Ponto 13		Ponto 14		Ponto 15		Ponto 16		Ponto 18		Ponto 19	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
5/dez	133	139	116	119	118	119	127	138	131	143	139	144	129	138
6/dez	143	149	121	128	123	125	131	145	140	151	143	151	142	148
7/dez	146	152	123	126	125	126	133	147	143	150	151	156	139	149
8/dez	145	156	119	127	125	126	135	151	143	158	146	149	141	151
9/dez	131	139	113	112	113	113	118	136	126	149	128	139	106	129
10/dez	135	139	111	113	113	114	120	135	125	142	130	138	120	130
11/dez	138	144	116	118	115	119	123	138	132	144	135	144	124	137
12/dez	142	147	118	122	118	121	127	141	138	149	143	150	127	141
13/dez	148	152	121	125	121	124	131	145	144	155	150	159	137	146
14/dez	144	144	120	124	120	122	130	148	143	156	143	156	133	145
15/dez	142	142	119	122	117	120	127	146	140	156	139	151	130	142
16/dez	145	148	122	123	119	121	131	147	142	147	144	155	134	140
17/dez	149	158	124	126	122	124	133	150	145	160	150	160	139	149
18/dez	154	159	126	131	126	127	139	155	151	164	150	158	120	134
19/dez	138	143	118	121	116	119	125	144	135	155	136	147	128	141
20/dez	145	148	120	121	116	119	127	145	137	153	140	148	132	142
21/dez	149	154	121	124	119	122	130	147	143	155	144	151	135	146
22/dez	154	161	122	127	122	124	132	150	146	160	153	163	141	151
23/dez	156	162	123	130	123	126	135	152	150	162	157	166	144	154
24/dez	161	166	126	133	125	129	140	155	155	166	163	172	146	157
26/dez	166	171	130	137	126	132	144	160	161	169	164	172	129	140
27/dez	173	178	133	140	132	134	150	164	166	174	172	181	143	155
28/dez	175	181	136	141	125	129	153	167	169	177	172	182	131	145
29/dez	178	184	137	144	127	130	155	169	173	179	166	184	140	152
30/dez	179	186	137	144	124	126	152	169	173	181	158	179	135	150
31/dez	170	183	129	142	122	124	139	163	163	177	143	161	136	150
1/jan	174	188	134	143	124	127	146	167	167	187	150	173	142	154
2/jan	178	189	138	145	127	130	151	171	169	190	161	179	148	158
3/jan	175	186	133	143	128	131	144	167	167	186	155	169	148	159
4/jan	182	192	141	148	131	134	154	172	173	194	166	183	154	164
5/jan	188	195	148	151	133	136	161	175	177	198	175	190	160	167
6/jan	194	197	155	155	135	138	167	180	182	204	180	193	165	171
7/jan	201	204	161	158	138	141	173	184	187	210	186	199	170	175
8/jan	209	208	170	163	140	143	178	188	192	216	192	204	175	178
9/jan	215	208	170	165	142	144	182	191	195	219	193	206	178	181
10/jan	223	214	182	169	143	145	184	192	199	226	196	211	179	182
11/jan	237	220	203	175	145	147	198	219	206	235	203	218	186	187
12/jan	232	219	232	183	149	151	206	208	213	247	213	230	194	192
13/jan	257	221	251	186	150	152	210	210	217	253	214	233	194	192
14/jan	283	240	348	199	153	155	226	221	227	277	229	249	206	198
15/jan	290	241	380	197	151	154	223	219	227	287	224	242	196	196
16/jan	315	244	432	211	158	158	246	234	241	318	242	261	215	205
17/jan	336	262	460	220	159	160	251	241	245	343	246	266	216	207
18/jan	353	273	481	230	163	163	275	255	256	372	260	280	226	214
19/jan	371	274	518	240	163	165	291	264	265	410	265	291	234	218
20/jan	379	277	547	250	160	165	310	275	208	434	175	228	163	146
21/jan	176	288	501	224	110	116	118	264	138	440	129	178	115	125
22/jan	159	172	114	117	111	117	119	147	129	352	135	144	121	128
23/jan	143	160	115	116	113	117	121	140	132	163	138	141	125	134
24/jan	141	158	113	114	112	113	116	128	131	160	129	142	113	118
25/jan	135	145	115	114	113	116	123	133	133	150	133	142	123	131
26/jan	140	148	118	120	115	120	127	138	135	147	139	143	130	139
27/jan	146	151	122	124	119	123	131	145	142	154	148	154	136	145

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)														
	Ponto 12		Ponto 13		Ponto 14		Ponto 15		Ponto 16		Ponto 18		Ponto 19	
Datas	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
28/jan	152	157	124	128	123	126	137	150	146	160	154	160	141	150
29/jan	136	152	125	128	125	123	131	153	151	165	133	155	136	145
30/jan	127	136	111	112	111	115	121	134	126	145	128	138	115	125
31/jan	125	129	116	116	111	117	124	126	124	135	130	133	116	124
1/fev	137	141	117	119	116	118	126	137	134	147	138	147	126	134
2/fev	143	148	119	121	117	121	128	144	140	156	145	155	130	138
3/fev	150	154	121	124	120	123	132	149	145	161	149	159	135	144
4/fev	156	161	123	125	122	125	135	152	150	166	153	164	140	149
5/fev	163	168	129	132	126	129	141	159	156	173	163	171	148	155
6/fev	170	173	132	135	128	131	145	161	160	178	166	178	151	158
7/fev	174	176	135	138	129	132	147	165	164	183	170	179	155	161
8/fev	178	180	135	142	132	135	147	167	168	183	170	182	154	163
9/fev	185	186	143	144	134	136	156	172	172	191	176	188	161	167
10/fev	192	189	147	148	136	138	161	176	175	202	182	194	166	171
11/fev	191	191	146	148	137	139	158	175	176	195	179	189	165	172
12/fev	196	196	152	151	140	141	163	179	179	197	186	195	170	175
13/fev	204	203	156	155	142	143	168	183	182	211	191	200	175	179
14/fev	207	200	156	156	141	144	168	184	184	214	189	199	173	179
15/fev	219	218	167	161	147	147	177	191	189	232	198	206	181	183
16/fev	220	220	170	161	144	146	177	193	189	243	192	202	178	184
17/fev	237	231	181	167	147	149	183	199	200	258	204	211	189	189
18/fev	246	232	184	170	150	152	186	205	204	257	209	212	194	195
19/fev	242	238	175	169	149	151	183	202	202	240	203	206	190	196
20/fev	254	244	183	174	152	154	189	208	207	254	210	212	195	198
21/fev	252	240	190	179	157	159	193	213	211	276	182	201	133	159
22/fev	200	256	182	165	141	148	161	196	181	297	138	180	130	143
23/fev	175	235	161	150	143	143	141	182	149	280	147	170	136	146
24/fev	178	231	144	138	135	138	139	170	148	260	150	172	139	149
25/fev	183	228	143	141	136	139	143	172	153	241	155	176	145	155
26/fev	188	220	143	141	136	140	143	170	154	235	156	179	148	157
27/fev	196	215	146	146	138	141	147	174	156	231	164	168	152	161
28/fev	198	210	149	146	140	143	148	177	157	225	166	180	158	165
1/mar	168	206	142	143	113	141	132	162	125	180	136	173	137	137
2/mar	133	149	114	113	114	120	120	134	129	170	133	142	120	128
3/mar	138	145	116	117	114	117	125	137	134	148	138	141	125	134
4/mar	141	148	117	121	115	117	129	142	139	153	142	144	131	140
5/mar	147	154	121	123	118	122	132	146	144	160	149	156	132	144
6/mar	152	158	123	126	119	122	136	150	141	160	152	156	141	148
7/mar	151	154	122	127	120	123	133	148	151	159	151	154	141	149
8/mar	162	164	127	130	126	128	145	158	156	172	162	170	146	154
9/mar	168	168	130	132	127	129	147	162	160	175	166	173	149	156
10/mar	170	175	132	135	127	131	149	173	162	177	167	175	153	159
11/mar	182	185	134	138	130	132	150	165	171	190	175	184	155	161
12/mar	173	175	137	141	132	134	158	167	167	181	168	177	160	165

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)

Datas	Ponto 20		Ponto 21		Ponto 22		Ponto 24		Ponto 25		Ponto 26		Ponto 27	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
5/dez	134	141	130	132	126	129	129	135	138	144	141	146	136	141
6/dez	142	147	140	140	137	138	140	146	147	153	145	154	144	149
7/dez	145	152	140	141	134	140	144	147	151	156	154	159	149	154
8/dez	147	151	143	144	133	141	145	149	155	160	157	164	151	156
9/dez	133	143	128	131	121	130	128	133	132	141	134	144	134	144
10/dez	130	140	129	130	120	125	128	130	133	139	136	142	135	140
11/dez	132	144	128	132	126	129	130	136	141	144	145	152	142	144
12/dez	139	150	136	137	131	134	136	140	146	151	151	156	146	147
13/dez	143	153	140	141	135	139	141	146	153	157	157	161	151	152
14/dez	146	156	141	142	132	140	138	146	154	158	157	162	152	156
15/dez	143	154	139	140	132	136	137	142	151	157	152	156	143	154
16/dez	143	153	139	140	133	139	139	144	152	158	154	159	150	153
17/dez	145	156	143	144	136	142	141	147	156	161	157	163	152	155
18/dez	148	161	147	148	142	148	147	159	161	167	161	168	156	162
19/dez	138	148	140	136	130	139	133	138	149	158	148	153	143	150
20/dez	139	150	137	138	133	135	136	141	149	153	150	155	141	149
21/dez	143	153	139	141	136	137	141	145	153	157	154	159	149	152
22/dez	146	156	144	144	139	144	153	149	158	162	159	169	153	156
23/dez	148	158	147	146	143	147	149	152	161	165	163	168	155	158
24/dez	152	161	152	149	145	151	154	157	166	170	167	171	159	163
26/dez	152	166	155	155	152	153	159	162	173	175	173	177	165	167
27/dez	156	168	160	158	156	158	165	169	173	179	176	180	168	171
28/dez	161	171	163	161	159	162	170	173	182	184	179	183	170	174
29/dez	163	173	165	163	163	164	173	176	186	186	178	183	167	175
30/dez	164	173	164	163	160	164	173	174	188	190	174	181	163	175
31/dez	161	173	154	159	153	155	162	162	188	184	163	173	157	169
1/jan	161	172	158	159	150	165	166	165	194	195	165	174	158	170
2/jan	162	172	162	162	154	168	169	168	192	199	169	176	162	172
3/jan	162	172	157	160	154	160	163	162	191	190	170	177	163	171
4/jan	164	173	165	166	159	169	171	171	199	200	175	182	169	176
5/jan	166	175	171	171	163	172	179	178	210	211	179	185	173	181
6/jan	169	177	178	180	168	178	186	185	221	220	184	188	178	186
7/jan	171	180	185	187	173	181	192	190	232	227	187	191	184	192
8/jan	174	182	193	194	178	184	200	197	246	237	192	194	190	198
9/jan	176	184	196	199	181	186	202	198	250	238	195	198	193	201
10/jan	177	186	200	213	186	187	207	202	258	251	197	199	197	204
11/jan	180	188	217	217	193	195	219	211	276	270	201	203	206	212
12/jan	184	191	234	230	201	202	231	222	292	287	206	206	214	221
13/jan	185	192	241	237	205	203	235	224	304	296	208	208	218	226
14/jan	189	196	265	258	215	216	261	241	347	335	215	212	229	239
15/jan	190	194	283	263	217	211	269	241	361	339	212	211	235	245
16/jan	195	201	305	287	228	224	278	256	394	371	223	218	248	264
17/jan	200	202	336	301	235	228	287	263	430	399	227	221	258	282
18/jan	203	206	359	320	245	240	303	275	451	420	233	223	271	301
19/jan	205	207	387	340	254	248	319	285	490	445	238	226	284	330
20/jan	207	178	404	359	132	254	331	295	521	471	245	231	191	192
21/jan	138	145	240	370	121	132	145	156	529	468	169	174	148	173
22/jan	127	136	129	145	124	128	126	132	150	297	133	144	144	149
23/jan	132	140	125	136	126	128	128	134	145	158	141	146	136	144
24/jan	130	134	123	131	116	120	122	130	140	158	138	143	130	128
25/jan	129	137	125	127	124	127	126	132	135	145	140	140	135	136
26/jan	135	143	130	132	130	132	133	136	141	145	147	148	141	142

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)														
	Ponto 20		Ponto 21		Ponto 22		Ponto 24		Ponto 25		Ponto 26		Ponto 27	
Datas	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
27/jan	140	148	135	136	134	140	139	144	148	153	152	155	146	148
28/jan	144	153	139	140	137	145	144	149	153	158	157	159	150	154
29/jan	148	157	138	144	126	145	140	146	154	163	158	164	148	158
30/jan	130	142	121	127	119	126	121	130	126	135	139	142	136	139
31/jan	123	136	122	123	120	122	127	125	131	131	136	136	130	130
1/fev	133	141	125	132	127	132	129	135	137	142	141	144	140	140
2/fev	137	147	134	136	131	139	132	142	146	150	146	150	144	146
3/fev	142	151	139	140	135	143	141	145	151	156	154	156	149	152
4/fev	146	155	144	146	140	146	145	149	157	162	157	161	155	158
5/fev	150	159	149	150	145	153	151	155	165	173	163	167	163	167
6/fev	154	162	153	154	147	157	155	158	172	179	168	171	166	171
7/fev	157	165	156	158	149	157	158	161	167	187	171	176	170	175
8/fev	160	169	158	162	153	159	160	163	181	184	177	178	175	180
9/fev	162	171	164	166	156	163	164	166	189	195	180	182	180	187
10/fev	166	174	169	170	158	167	170	171	197	205	183	186	186	197
11/fev	167	177	169	171	158	164	167	167	198	203	184	187	189	194
12/fev	169	178	172	175	162	168	171	174	204	211	188	190	193	199
13/fev	172	181	178	179	168	171	175	178	212	219	192	194	198	209
14/fev	174	181	180	181	167	174	177	177	216	221	194	195	200	210
15/fev	193	185	190	181	171	180	180	183	231	237	214	198	211	228
16/fev	182	186	189	189	169	176	178	180	236	229	200	200	214	237
17/fev	185	189	204	200	177	185	188	185	255	254	205	204	227	257
18/fev	189	193	210	206	181	187	191	189	264	264	208	207	236	262
19/fev	187	192	204	204	179	184	187	186	258	253	208	208	235	252
20/fev	191	196	210	211	182	187	191	190	274	268	212	212	244	267
21/fev	195	195	219	219	176	195	196	197	285	281	217	216	252	275
22/fev	190	197	147	179	135	153	149	169	287	273	198	202	207	251
23/fev	187	194	146	167	135	149	150	158	288	293	190	193	178	242
24/fev	178	185	143	158	134	143	144	148	254	282	180	186	170	234
25/fev	177	184	147	162	140	148	146	151	243	275	182	185	175	228
26/fev	174	182	155	165	136	145	146	149	230	269	182	186	175	216
27/fev	176	183	160	165	141	150	150	155	231	263	186	191	180	221
28/fev	178	184	160	168	143	153	152	155	132	261	187	193	183	219
1/mar	177	182	139	164	113	136	128	153	218	258	184	192	177	213
2/mar	142	150	122	131	123	126	125	131	136	153	139	148	135	147
3/mar	138	145	124	131	129	131	137	132	141	146	142	148	138	144
4/mar	138	147	131	134	132	133	135	137	145	144	147	152	143	143
5/mar	141	150	133	137	138	142	137	144	151	150	152	157	147	150
6/mar	144	151	138	141	142	145	141	147	155	158	155	160	152	155
7/mar	146	155	141	142	142	142	144	146	157	157	159	164	153	154
8/mar	151	158	145	148	143	155	152	155	160	162	164	168	156	162
9/mar	154	161	148	151	151	157	155	158	164	167	169	171	161	166
10/mar	157	174	149	152	153	158	157	160	168	171	171	174	166	169
11/mar	160	166	152	155	160	165	164	162	171	172	174	177	169	172
12/mar	162	169	157	158	155	160	159	160	176	179	177	180	174	178

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)

Datas	Ponto 31		Ponto 32		Ponto 33		Ponto 35		Ponto 36		Ponto 37		Ponto 38	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
5/dez	135	140	141	144	133	136	130	140	137	141	138	143	134	141
6/dez	144	152	152	154	140	145	139	147	148	154	146	157	143	144
7/dez	149	154	156	164	144	148	141	150	154	156	150	155	150	155
8/dez	133	155	160	147	145	145	138	146	156	160	145	151	152	157
9/dez	124	136	139	146	126	132	121	130	136	140	132	138	130	139
10/dez	127	135	139	149	125	132	120	130	135	140	132	134	130	137
11/dez	134	142	145	153	134	137	128	134	142	146	139	144	136	143
12/dez	143	147	151	154	139	141	135	140	149	150	143	151	142	150
13/dez	146	154	159	159	145	148	137	147	155	157	152	155	149	156
14/dez	134	150	156	156	140	140	129	141	150	154	149	151	148	155
15/dez	137	148	154	160	137	138	127	137	148	151	147	153	144	152
16/dez	143	152	157	164	141	144	133	143	153	155	152	156	147	154
17/dez	147	155	158	168	147	150	138	148	157	159	156	160	150	159
18/dez	141	159	150	148	152	149	130	130	159	165	157	164	154	164
19/dez	140	149	152	159	134	144	125	132	146	148	150	153	142	153
20/dez	140	148	152	158	136	139	127	135	150	152	146	154	139	149
21/dez	145	153	157	161	141	143	130	139	155	158	151	151	142	152
22/dez	150	157	161	167	146	151	139	147	154	163	156	161	149	158
23/dez	154	161	164	170	148	153	143	151	166	166	160	164	154	162
24/dez	158	161	168	175	154	159	148	155	171	171	165	167	158	168
26/dez	161	170	151	156	156	159	149	157	178	180	170	174	163	170
27/dez	163	171	151	150	161	166	154	162	184	185	175	178	168	175
28/dez	162	173	162	155	163	168	126	126	188	188	176	180	169	176
29/dez	159	171	170	161	162	165	127	134	184	183	176	181	167	175
30/dez	152	169	166	154	155	156	128	134	175	173	173	181	161	168
31/dez	148	163	165	158	140	149	124	134	167	164	166	176	147	155
1/jan	154	167	169	166	147	151	132	140	168	164	170	175	155	164
2/jan	160	172	174	173	151	157	137	147	175	169	174	178	160	167
3/jan	161	172	174	172	148	151	136	145	174	173	172	178	157	164
4/jan	168	177	179	179	155	161	144	152	183	180	177	182	165	173
5/jan	174	181	185	185	161	169	149	156	191	186	183	187	172	179
6/jan	180	185	190	190	166	173	153	159	196	193	188	191	177	184
7/jan	186	189	197	194	171	178	157	162	203	200	193	196	182	188
8/jan	193	193	205	201	176	183	161	166	210	206	199	201	187	192
9/jan	196	197	208	202	177	183	162	166	212	208	203	205	190	194
10/jan	201	199	215	204	174	182	161	168	216	213	205	210	192	192
11/jan	210	205	222	214	183	192	165	170	222	220	212	217	199	202
12/jan	220	212	234	220	191	201	171	176	228	228	218	226	209	208
13/jan	223	214	235	223	192	201	170	174	231	230	221	231	209	208
14/jan	239	222	262	235	205	214	178	180	240	241	232	240	222	218
15/jan	239	220	256	232	198	205	166	176	238	242	229	250	216	209
16/jan	254	232	276	247	218	226	182	183	245	251	244	264	233	223
17/jan	264	237	283	251	221	226	179	184	253	256	248	278	234	221
18/jan	276	247	296	261	235	240	187	187	261	264	260	293	243	231
19/jan	288	254	317	266	246	250	189	189	264	270	268	314	254	237
20/jan	266	263	303	276	151	194	191	190	267	250	165	199	194	240
21/jan	143	215	165	225	131	145	123	138	150	167	142	148	122	165
22/jan	137	137	144	148	131	133	125	128	140	134	138	144	121	138
23/jan	134	139	141	147	132	133	125	133	137	141	140	144	125	137
24/jan	123	137	130	133	120	120	116	122	127	127	133	131	122	139
25/jan	129	135	140	144	130	131	129	135	136	136	136	138	127	137
26/jan	137	141	145	149	135	135	131	140	143	145	144	146	132	140

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)														
	Ponto 31		Ponto 32		Ponto 33		Ponto 35		Ponto 36		Ponto 37		Ponto 38	
Datas	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
27/jan	144	149	154	159	142	145	139	147	154	152	150	152	139	149
28/jan	150	154	160	165	146	150	143	148	162	160	156	158	145	155
29/jan	136	157	160	146	151	146	145	151	163	164	158	162	145	160
30/jan	123	133	142	149	130	133	126	133	137	139	135	143	121	135
31/jan	120	127	135	142	121	123	119	126	127	129	128	132	118	129
1/fev	132	138	136	136	133	135	128	134	141	142	140	142	124	141
2/fev	138	144	147	151	139	141	132	139	148	150	146	149	136	148
3/fev	145	151	154	158	144	147	136	142	155	157	153	155	142	153
4/fev	151	157	160	163	149	151	139	145	161	164	159	162	148	157
5/fev	157	163	169	157	157	161	143	150	168	169	166	169	155	166
6/fev	160	169	173	174	160	163	145	153	173	175	171	175	159	170
7/fev	168	175	166	180	163	166	149	156	175	183	175	180	164	173
8/fev	173	177	179	181	164	168	149	156	182	179	178	186	167	174
9/fev	177	182	185	188	169	173	152	159	185	181	185	191	172	180
10/fev	181	188	191	194	175	179	156	162	190	186	191	197	176	185
11/fev	182	188	190	191	172	176	155	168	190	187	192	199	176	183
12/fev	187	193	195	194	175	179	158	163	192	191	196	205	181	187
13/fev	192	199	201	203	182	186	162	166	198	196	200	209	186	194
14/fev	194	201	201	203	183	187	155	165	200	198	203	214	188	193
15/fev	202	210	198	212	192	196	166	170	204	204	210	223	180	201
16/fev	202	209	210	209	193	195	160	168	206	206	213	230	190	199
17/fev	211	220	218	219	203	203	167	172	212	210	223	240	203	207
18/fev	217	225	221	222	208	208	170	175	216	214	230	246	207	210
19/fev	215	223	216	216	203	200	166	173	214	213	229	244	200	205
20/fev	222	231	222	222	208	206	170	175	219	218	237	251	208	210
21/fev	225	237	215	239	158	198	179	182	224	224	240	231	217	220
22/fev	190	231	205	274	166	191	151	176	193	195	212	211	191	209
23/fev	174	220	203	288	172	204	142	170	179	179	194	202	174	199
24/fev	169	204	181	181	162	181	135	158	173	172	183	194	164	180
25/fev	174	204	186	187	167	178	137	155	177	174	179	201	167	181
26/fev	173	198	186	186	164	172	139	154	174	174	186	198	166	177
27/fev	180	202	185	191	171	181	145	156	176	175	193	204	171	182
28/fev	183	207	194	194	173	179	145	155	180	171	193	207	175	183
1/mar	178	202	171	165	142	172	129	153	145	143	176	181	171	181
2/mar	135	156	142	152	135	138	123	122	134	141	136	144	131	144
3/mar	137	147	142	150	133	136	126	132	140	146	136	141	125	141
4/mar	142	149	145	153	135	134	129	137	145	159	141	145	129	145
5/mar	147	153	155	160	144	146	135	141	152	156	147	149	136	149
6/mar	151	155	157	161	144	145	137	144	157	161	151	152	141	152
7/mar	150	157	155	159	145	144	135	144	158	164	154	154	148	151
8/mar	156	162	170	175	152	153	146	149	163	170	161	165	155	165
9/mar	160	165	172	179	157	160	148	152	167	175	165	166	159	166
10/mar	164	169	173	179	157	160	147	153	172	179	167	169	161	169
11/mar	165	172	176	180	159	162	153	151	176	181	171	172	165	172
12/mar	172	175	182	187	168	169	147	155	182	186	176	179	170	179

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)

Datas	Ponto 39		Ponto 40		Ponto 41		Ponto 42		Ponto 43		Ponto 44		Ponto 45	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85m
5/dez	130	142	133	143	143	149	137	144	130	139	136	139	142	147
6/dez	140	153	145	150	150	160	147	155	141	147	145	148	153	155
7/dez	141	152	146	154	155	162	152	158	144	154	149	150	155	160
8/dez	142	158	147	158	154	165	149	156	141	147	149	151	159	162
9/dez	125	143	127	139	134	141	130	141	125	141	130	135	137	141
10/dez	125	139	127	134	136	147	131	139	125	135	130	134	139	143
11/dez	130	144	132	142	145	150	140	143	130	141	136	139	144	149
12/dez	133	148	140	148	149	156	146	149	130	145	143	145	149	153
13/dez	140	154	145	154	156	163	152	155	142	153	149	149	155	159
14/dez	140	157	144	155	154	163	144	154	140	151	144	147	152	156
15/dez	137	154	140	151	152	160	143	149	138	152	142	144	150	154
16/dez	138	154	142	152	155	162	149	153	139	153	146	148	152	157
17/dez	143	158	147	156	159	165	154	158	144	157	150	152	157	162
18/dez	148	165	158	162	159	167	157	164	147	164	153	157	161	163
19/dez	137	154	137	146	145	153	142	147	143	159	140	147	144	149
20/dez	134	152	136	147	149	150	145	150	139	149	141	141	148	153
21/dez	138	154	140	151	154	159	151	154	143	151	145	146	153	157
22/dez	143	158	147	156	160	167	155	159	147	158	150	151	157	161
23/dez	147	161	151	160	166	170	160	163	150	161	153	155	160	166
24/dez	153	166	157	164	172	175	167	169	155	165	156	159	164	169
26/dez	156	170	159	169	179	176	170	174	159	169	162	162	170	175
27/dez	162	174	166	173	183	184	180	179	162	173	164	166	174	178
28/dez	166	176	169	175	174	173	176	181	163	176	162	163	175	174
29/dez	168	179	170	177	165	168	174	179	165	177	158	159	167	165
30/dez	166	179	165	172	162	165	163	174	161	177	151	153	160	159
31/dez	154	172	146	159	156	160	158	167	151	167	146	144	155	156
1/jan	158	175	152	161	163	165	159	168	157	177	151	152	157	159
2/jan	162	176	155	163	170	172	164	171	163	181	156	156	161	164
3/jan	156	173	148	159	167	170	164	170	158	174	156	155	165	168
4/jan	163	177	159	167	177	179	172	177	167	182	162	162	170	173
5/jan	169	181	166	173	184	185	180	183	174	189	166	167	174	175
6/jan	174	184	172	177	190	190	189	191	180	194	170	170	188	189
7/jan	178	187	178	181	196	194	193	198	185	199	173	173	181	183
8/jan	184	191	184	186	200	204	205	207	192	205	177	177	185	187
9/jan	187	192	185	188	202	204	207	210	194	207	179	178	190	191
10/jan	186	192	184	189	204	202	215	215	199	212	180	180	191	192
11/jan	195	198	194	196	210	210	223	225	207	220	184	183	195	196
12/jan	204	204	202	201	216	218	236	238	216	230	190	189	201	200
13/jan	204	204	201	200	215	214	241	240	220	235	192	190	203	202
14/jan	216	211	213	210	224	227	261	257	235	251	196	195	210	208
15/jan	208	205	201	205	228	209	262	256	232	246	195	191	211	209
16/jan	228	217	220	218	231	228	280	273	248	265	202	199	218	215
17/jan	231	220	218	221	231	224	292	280	253	269	205	200	222	220
18/jan	241	227	228	227	238	235	303	291	259	284	211	206	228	226
19/jan	250	230	233	232	242	239	319	301	278	299	212	207	232	229
20/jan	175	230	237	238	242	246	130	219	162	201	133	152	199	233
21/jan	122	142	135	150	136	168	129	141	122	211	127	133	136	152
23/jan	127	142	130	137	140	142	135	139	126	146	135	136	141	146
24/jan	119	137	131	137	132	135	125	131	120	139	130	137	127	129
25/jan	124	139	133	136	140	145	133	136	126	131	131	135	135	140

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)														
	Ponto 39		Ponto 40		Ponto 41		Ponto 42		Ponto 43		Ponto 44		Ponto 45	
Datas	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85m
26/jan	130	145	135	142	148	149	141	145	131	141	138	139	144	149
27/jan	137	152	142	150	154	161	149	152	138	149	144	146	149	155
28/jan	141	157	147	155	159	167	154	158	143	154	149	151	154	160
29/jan	134	160	147	157	159	172	135	162	127	146	149	154	156	163
30/jan	122	139	129	136	136	146	128	137	121	135	130	134	137	141
31/jan	123	131	124	128	138	135	126	128	119	128	126	127	127	133
1/fev	127	143	132	140	140	146	136	140	128	140	135	137	138	144
2/fev	133	149	138	146	146	153	142	146	135	148	140	143	144	150
3/fev	138	153	144	152	152	158	149	152	140	152	145	148	150	156
4/fev	142	157	149	156	158	161	154	157	146	157	150	152	156	161
5/fev	147	164	155	162	164	172	162	164	153	166	155	151	161	166
6/fev	153	167	159	167	168	176	167	169	156	170	159	161	166	171
7/fev	155	160	161	169	171	179	171	173	160	174	163	164	169	164
8/fev	157	172	164	172	171	177	173	178	170	175	167	166	172	177
9/fev	162	176	167	175	177	184	179	183	166	181	168	168	176	181
10/fev	166	180	172	179	181	191	184	187	170	186	171	172	179	184
11/fev	166	180	171	178	180	187	184	187	169	183	173	172	181	186
12/fev	171	184	175	181	184	193	189	191	175	189	177	176	184	190
13/fev	176	188	180	186	190	199	194	197	178	194	179	179	188	193
14/fev	176	188	180	186	188	195	195	200	179	194	181	179	190	195
15/fev	182	193	186	192	195	205	204	204	186	203	174	183	195	199
16/fev	183	192	183	184	191	197	203	205	186	202	185	181	195	200
17/fev	191	199	191	196	199	206	211	212	192	210	189	187	201	206
18/fev	193	201	193	199	205	211	217	216	196	212	194	190	206	210
19/fev	190	200	187	196	202	204	216	215	192	207	195	188	206	210
20/fev	194	205	195	200	206	210	221	221	199	215	199	192	211	216
21/fev	190	209	189	205	212	224	182	218	168	200	201	195	212	220
22/fev	152	180	151	175	160	201	156	186	153	199	162	164	181	190
23/fev	147	174	152	167	159	186	155	176	150	192	157	158	173	181
24/fev	143	165	147	160	157	175	157	172	146	175	155	154	168	176
25/fev	146	167	151	161	161	176	164	176	151	175	157	156	170	178
26/fev	148	168	151	161	165	173	167	174	151	173	159	158	173	179
27/fev	153	172	157	168	167	175	170	179	154	176	162	163	176	183
28/fev	155	174	157	165	168	182	172	181	155	179	165	165	179	187
1/mar	129	170	134	162	135	159	123	158	137	158	153	164	140	179
2/mar	122	141	126	135	138	142	131	141	122	134	135	142	130	131
3/mar	126	139	131	139	140	142	139	141	128	138	141	146	135	141
4/mar	131	146	137	145	143	140	143	139	136	142	147	151	146	149
5/mar	135	149	142	150	147	152	147	151	143	148	151	155	148	154
6/mar	139	154	145	152	153	157	153	156	146	147	156	160	150	158
7/mar	140	153	145	153	155	160	155	159	149	150	158	163	152	159
8/mar	147	168	156	164	161	164	161	163	154	158	162	167	160	167
9/mar	149	164	160	167	165	168	165	167	157	161	165	170	164	172
10/mar	150	164	161	167	167	171	167	170	158	162	169	174	166	172
11/mar	153	167	168	173	175	178	175	177	160	165	171	176	173	180
12/mar	157	172	162	170	168	173	168	172	165	169	175	179	168	174

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)

Datas	Ponto 46		Ponto 47		Ponto 48		Ponto 49		Ponto 50		Ponto 51		Ponto 52	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85m
5/dez	136	144	143	147	142	148	133	140	132	133	142	148	137	143
6/dez	146	153	151	157	149	154	138	150	141	144	150	160	151	154
7/dez	149	158	155	161	154	161	141	152	146	147	154	159	151	156
8/dez	152	161	154	164	145	144	140	150	141	147	154	156	146	159
9/dez	130	142	134	144	132	138	125	137	125	128	133	142	126	136
10/dez	130	142	136	143	134	142	124	134	126	127	136	144	132	140
11/dez	135	145	143	149	140	149	131	139	132	135	142	148	140	144
12/dez	144	151	151	155	148	153	135	145	137	140	147	152	146	148
13/dez	151	158	157	162	153	157	143	152	141	145	154	157	152	156
14/dez	146	157	152	159	144	153	138	150	138	140	154	160	146	156
15/dez	144	154	150	157	144	153	137	149	134	137	150	156	144	151
16/dez	147	156	155	161	150	156	141	150	138	142	150	157	148	156
17/dez	153	161	158	164	155	162	144	154	142	147	155	160	154	161
18/dez	155	164	160	170	155	164	139	157	146	154	152	160	146	163
19/dez	143	153	146	154	140	146	143	151	136	140	141	146	139	149
20/dez	143	153	150	155	146	151	133	143	132	135	143	150	143	148
21/dez	147	157	155	158	151	156	138	147	136	140	148	154	150	153
22/dez	155	163	161	166	156	162	145	155	143	147	153	160	156	159
23/dez	159	167	166	170	161	167	149	158	146	151	157	163	159	163
24/dez	166	172	172	176	167	172	153	164	150	157	161	167	166	171
26/dez	173	178	179	178	174	178	156	163	153	159	166	171	172	173
27/dez	181	184	186	187	180	183	161	169	157	163	169	174	174	179
28/dez	185	189	176	190	166	181	162	171	153	163	156	162	170	180
29/dez	186	191	167	187	159	173	159	170	146	156	151	158	163	177
30/dez	174	187	161	179	147	163	155	166	140	147	148	156	150	168
31/dez	151	170	156	164	148	158	143	150	132	133	145	153	145	151
1/jan	157	173	160	171	152	160	148	159	140	145	149	156	151	161
2/jan	164	176	166	178	159	166	154	163	144	151	155	160	157	169
3/jan	160	173	165	169	161	166	151	168	144	148	155	161	160	163
4/jan	172	181	173	180	168	174	158	165	150	156	162	167	167	174
5/jan	181	188	179	187	174	179	165	171	155	163	166	171	172	180
6/jan	191	195	186	193	180	184	169	174	160	168	171	176	176	183
7/jan	198	201	191	197	186	190	172	177	162	171	165	179	180	188
8/jan	207	206	198	207	192	196	177	181	165	174	179	184	185	193
9/jan	210	210	199	207	196	198	182	182	165	174	182	186	190	195
10/jan	211	210	199	203	200	203	181	184	166	177	182	188	191	196
11/jan	224	218	205	210	205	207	187	189	172	181	188	195	196	202
12/jan	234	225	209	217	212	212	193	196	177	187	194	202	202	208
13/jan	235	227	209	213	215	214	195	197	178	188	196	205	203	219
14/jan	254	236	209	225	224	223	207	212	184	196	203	221	210	219
15/jan	248	231	205	204	226	221	201	202	176	185	203	221	208	210
16/jan	267	246	218	226	236	231	212	218	188	196	214	241	218	225
17/jan	273	249	218	217	241	232	214	219	188	194	218	251	220	225
18/jan	285	260	227	228	250	240	222	235	194	204	226	270	227	234
19/jan	295	263	230	231	257	245	229	247	197	208	233	298	230	237
20/jan	304	271	229	204	167	251	235	257	195	209	206	323	234	242
21/jan	160	220	141	158	133	151	200	260	122	132	150	233	150	186
22/jan	136	143	137	140	136	140	129	156	123	131	138	149	133	138
23/jan	133	142	139	142	138	143	131	141	129	133	139	145	135	138
24/jan	126	136	131	137	124	123	120	130	119	127	125	131	117	125
25/jan	132	137	138	143	136	142	131	137	125	131	134	142	132	136
26/jan	138	145	145	145	145	151	134	140	133	135	144	149	140	142
27/jan	146	151	153	158	152	158	142	148	139	145	150	156	147	152

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continuação)														
Datas	Ponto 46		Ponto 47		Ponto 48		Ponto 49		Ponto 50		Ponto 51		Ponto 52	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85m
28/jan	151	157	158	164	158	164	147	153	143	151	155	161	152	157
29/jan	145	162	160	168	160	167	138	157	146	154	154	161	149	164
30/jan	126	136	135	142	133	141	122	136	127	132	134	143	128	135
31/jan	125	129	130	135	132	133	126	131	120	124	133	135	123	128
1/fev	133	141	141	146	137	142	136	141	128	136	140	146	134	140
2/fev	140	148	148	154	143	148	138	147	132	141	146	152	140	147
3/fev	146	153	153	158	150	155	143	151	138	146	151	158	147	152
4/fev	152	158	158	162	158	161	148	156	143	150	157	164	152	157
5/fev	159	167	164	171	164	167	154	163	149	159	163	173	158	165
6/fev	163	171	168	176	170	172	157	168	152	162	168	177	162	169
7/fev	167	175	171	178	172	175	161	172	153	164	172	181	166	174
8/fev	170	179	172	175	175	179	160	173	158	166	175	184	168	176
9/fev	175	183	176	181	180	184	166	179	160	169	180	192	172	181
10/fev	180	187	181	188	187	187	169	186	163	175	185	201	175	185
11/fev	183	190	181	183	187	189	168	181	162	171	186	198	178	185
12/fev	187	194	187	189	192	193	172	186	166	174	189	202	182	190
13/fev	192	199	190	197	199	198	177	194	168	180	194	208	185	195
14/fev	192	199	189	191	200	199	176	191	170	179	196	213	187	195
15/fev	201	208	196	202	208	205	183	206	172	185	204	229	192	202
16/fev	201	206	190	191	211	205	181	204	170	182	206	236	191	197
17/fev	209	214	199	203	218	211	189	216	177	189	214	254	196	205
18/fev	215	220	204	207	222	216	194	216	178	190	219	258	201	210
19/fev	213	217	201	197	218	215	188	203	177	182	216	243	204	206
20/fev	220	222	206	206	226	222	196	216	180	188	223	249	206	212
21/fev	228	233	211	216	232	224	201	227	188	200	205	232	210	221
22/fev	172	213	164	181	159	185	190	223	159	177	166	194	152	179
23/fev	162	192	162	177	157	171	181	237	148	163	163	188	154	178
24/fev	158	175	160	168	160	167	167	230	146	154	162	173	156	164
25/fev	160	171	165	173	163	169	168	238	147	158	167	179	160	168
26/fev	163	177	167	170	167	171	167	210	146	152	168	176	164	170
27/fev	169	183	172	175	171	175	168	201	149	158	173	182	168	176
28/fev	172	185	174	181	176	177	170	190	152	163	177	186	171	179
1/mar	132	164	133	164	150	161	145	180	148	151	161	180	123	158
2/mar	134	141	135	141	133	131	135	160	123	129	134	142	132	136
3/mar	138	145	139	145	139	144	134	147	129	133	141	146	138	142
4/mar	146	151	147	151	146	150	138	147	133	135	146	152	144	147
5/mar	152	158	153	158	150	154	144	152	139	147	151	156	148	154
6/mar	155	160	156	160	157	159	147	152	140	145	156	160	154	156
7/mar	155	154	156	154	160	163	147	154	143	147	158	163	156	158
8/mar	164	173	165	173	166	166	154	162	151	161	164	170	162	169
9/mar	169	176	170	176	171	170	157	164	154	165	168	175	165	172
10/mar	170	176	171	176	172	173	160	169	155	165	170	177	168	173
11/mar	178	185	179	185	180	181	160	172	157	168	173	180	172	181
12/mar	173	188	174	188	176	176	167	180	162	174	179	187	169	175

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

(Continua)

Datas	Ponto 53		Ponto 54		Ponto 55		Ponto 56		Ponto 57		Ponto 58		Ponto 59	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
5/dez	149	151	132	149	119	133	124	128	120	134	130	141	137	138
6/dez	157	163	150	159	127	144	133	135	132	143	139	150	145	149
7/dez	164	166	156	161	130	145	140	139	138	142	146	154	150	155
8/dez	165	171	141	160	123	144	139	138	124	141	146	158	153	156
9/dez	146	154	133	143	113	131	124	126	113	128	127	137	133	143
10/dez	150	152	135	145	114	126	122	126	114	127	124	136	134	142
11/dez	153	159	142	149	117	134	128	131	116	129	132	143	140	144
12/dez	158	162	149	155	123	139	134	135	120	134	141	149	146	150
13/dez	166	170	155	162	125	143	138	138	124	140	148	155	152	157
14/dez	162	170	143	155	124	144	135	137	124	141	135	157	151	156
15/dez	161	168	144	155	122	143	133	133	121	139	139	154	150	155
16/dez	164	171	151	159	124	145	135	135	123	140	145	153	152	160
17/dez	167	174	157	164	126	147	139	139	126	142	150	156	155	164
18/dez	172	180	149	156	129	152	150	144	124	147	155	164	163	170
19/dez	159	166	140	150	128	148	140	140	118	137	139	150	149	158
20/dez	163	170	146	154	118	140	131	133	117	134	135	151	152	154
21/dez	167	173	152	159	120	140	135	136	119	137	140	155	156	156
22/dez	173	178	158	166	126	146	141	140	126	142	155	161	157	167
23/dez	176	180	163	170	127	148	143	142	128	144	159	164	161	170
24/dez	182	185	169	175	135	153	146	145	133	148	167	168	164	178
26/dez	189	191	175	179	133	152	146	147	135	149	160	173	171	172
27/dez	196	197	181	187	140	157	153	151	141	154	172	178	175	182
28/dez	200	200	167	172	142	158	155	153	141	156	175	182	178	183
29/dez	201	202	162	174	143	160	155	154	139	158	178	185	182	186
30/dez	194	200	152	166	142	161	152	151	135	157	171	185	183	183
31/dez	183	194	149	161	128	152	137	142	123	149	147	172	181	173
1/jan	187	194	155	166	141	162	145	142	131	152	162	178	180	189
2/jan	193	199	162	174	147	167	147	144	137	154	168	178	183	197
3/jan	192	197	163	173	131	155	143	143	126	147	153	174	181	180
4/jan	200	204	171	181	141	162	150	148	135	154	171	183	185	193
5/jan	206	218	178	187	149	169	153	151	140	159	179	189	189	199
6/jan	212	212	186	194	152	171	157	153	143	161	185	192	192	200
7/jan	219	217	192	199	154	173	160	156	145	163	190	197	197	205
8/jan	226	222	198	205	157	176	163	159	148	166	195	202	203	207
9/jan	229	226	202	208	157	177	162	161	149	166	189	203	206	207
10/jan	231	227	205	210	153	179	163	161	149	166	197	208	208	204
11/jan	239	231	213	216	164	192	166	164	154	170	206	213	215	212
12/jan	245	237	221	224	171	197	171	167	158	174	208	221	221	219
13/jan	246	237	225	225	168	188	171	167	152	173	210	222	223	215
14/jan	257	244	238	235	183	207	171	171	164	182	229	232	232	230
15/jan	253	241	238	232	165	183	169	168	156	174	226	227	231	213
16/jan	267	250	252	243	188	205	179	174	169	186	226	238	242	233
17/jan	274	252	257	247	184	201	174	174	168	184	228	240	247	232
18/jan	282	259	268	254	195	210	183	179	173	190	243	250	254	243
19/jan	289	261	276	259	203	217	186	181	176	194	255	256	260	251
20/jan	151	266	134	159	182	188	180	181	169	185	234	263	130	223
21/jan	141	161	135	141	129	188	133	137	148	156	131	133	129	141
22/jan	147	147	137	141	119	163	123	129	114	132	125	133	137	139
23/jan	148	152	139	147	112	134	123	128	115	117	128	138	137	139
24/jan	139	146	122	127	118	123	119	127	108	121	126	128	131	144
25/jan	142	146	139	141	118	133	125	128	116	130	129	134	133	140
26/jan	152	155	146	154	117	136	126	131	119	132	128	148	140	139

ANEXO B - Leituras diárias dos tensiômetros a campo em cada ponto amostral

Datas	Ponto 53		Ponto 54		Ponto 55		Ponto 56		Ponto 57		Ponto 58		(Conclusão) Ponto 59	
	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m	0,75 m	0,85 m
27/jan	159	161	153	161	125	142	134	135	124	138	144	148	148	154
28/jan	165	166	159	167	128	146	138	139	127	141	150	154	150	160
29/jan	158	168	147	170	112	145	123	132	119	136	146	155	154	162
30/jan	137	147	131	144	115	128	114	118	116	126	123	129	128	133
31/jan	140	138	132	136	118	127	123	123	119	125	117	127	129	130
1/fev	148	151	138	146	120	134	128	131	120	132	135	140	138	141
2/fev	153	155	145	152	121	138	133	134	121	135	145	146	143	151
3/fev	160	162	152	159	123	143	136	137	123	138	150	152	149	156
4/fev	166	168	157	164	126	145	140	141	126	140	155	157	154	158
5/fev	172	175	163	171	134	152	146	145	133	145	166	163	160	171
6/fev	178	179	168	177	136	156	147	147	135	146	170	167	165	175
7/fev	183	184	171	179	141	158	150	149	136	150	175	172	169	179
8/fev	184	186	173	182	139	156	150	152	136	149	172	174	172	173
9/fev	192	192	177	185	144	161	153	154	141	153	180	180	177	183
10/fev	195	195	181	190	149	165	156	157	143	155	191	186	180	191
11/fev	197	196	182	191	145	162	154	155	142	154	180	185	182	184
12/fev	202	202	186	195	149	166	158	158	146	157	185	188	187	191
13/fev	206	205	191	198	155	170	162	160	150	160	192	194	191	202
14/fev	207	206	192	199	151	168	161	161	149	159	196	194	192	195
15/fev	214	211	199	205	161	175	165	163	153	163	209	205	198	207
16/fev	212	210	198	205	154	169	161	161	150	161	206	201	197	200
17/fev	224	216	206	211	164	178	168	166	150	165	214	208	205	210
18/fev	230	223	209	216	165	180	170	168	158	168	215	211	212	214
19/fev	227	220	208	213	159	175	164	165	156	166	192	209	210	203
20/fev	233	226	212	218	166	181	168	168	160	168	206	215	216	214
21/fev	240	233	170	212	171	173	176	172	151	171	206	218	220	225
22/fev	179	214	146	164	154	168	155	162	135	158	150	151	169	214
23/fev	173	195	149	164	155	179	150	155	131	155	155	157	162	203
24/fev	164	185	152	164	143	174	144	148	128	147	154	156	151	182
25/fev	177	185	155	169	147	178	146	148	130	145	162	158	163	182
26/fev	180	186	159	168	143	174	143	147	131	146	145	151	164	177
27/fev	186	190	164	175	146	176	143	148	134	148	151	165	170	186
28/fev	190	193	168	168	148	177	145	148	135	147	165	171	174	189
1/mar	176	190	134	171	136	164	111	141	117	126	133	157	163	183
2/mar	143	149	137	143	115	137	124	128	116	127	120	132	131	143
3/mar	149	151	144	147	115	131	127	129	118	121	126	139	138	148
4/mar	155	157	148	153	117	134	130	133	121	133	138	146	144	144
5/mar	160	162	152	160	126	140	134	136	124	136	153	152	149	156
6/mar	165	167	157	162	127	141	135	137	125	138	151	155	154	158
7/mar	169	169	159	163	129	140	136	137	125	138	141	159	157	152
8/mar	174	175	165	172	131	147	144	143	130	143	168	166	158	170
9/mar	178	179	168	175	132	148	145	145	134	144	174	166	164	174
10/mar	181	181	170	176	135	150	147	146	134	144	174	168	167	177
11/mar	190	188	177	184	140	150	147	148	136	146	186	179	173	183