

Estimação dos Volumes das Seções do Bulbo Úmido na Irrigação por Ponto

Samuel Silva da Mata¹
Ronaldo Souza Resende¹
Priscila Soares da Silva²
Julio Roberto Araujo de Amorim¹
Maria de Lourdes da Silva Leal¹

Introdução

Em irrigação localizada, o bulbo úmido pode ser definido como o volume do solo umedecido por um emissor, seja ele gotejador ou microaspersor. A forma e dimensão do bulbo úmido dependem, principalmente, das propriedades e do perfil físico do solo e, para um dado solo, do volume de água aplicado, da vazão do emissor e do relevo do terreno (Lopes et al., 1992). Tem relação, ainda, com a disposição do emissor (superficial ou enterrado), as características do sistema radicular (arquitetura e atividade) e o manejo da irrigação praticado (Coelho & Or, 1999; Nogueira, et al., 2000). Além do formato que o bulbo úmido assume, em função dos diferentes fatores acima citados, interessa conhecer a forma como a água se distribui no interior desse volume.

A avaliação da dinâmica da água e a caracterização do bulbo úmido formado geram informações de primordial importância para o dimensionamento de projetos de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão), bem como para o manejo racional da água, quando da operacionalização desses projetos, minimizando perdas por percolação e a formação de frentes salinas, e assim, maximizando a eficiência do uso da água pelas culturas irrigadas e colaborando para a redução do impacto ambiental da irrigação, seja por redução do potencial de contaminação do lençol freático ou pela minimização do processo de salinização do solo.

Nos trabalhos de pesquisa que visam determinar a dimensão, o formato e a dinâmica da água no bulbo úmido são utilizados, de forma geral, sensores de umidade que deter-

¹ Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira Mar, 3250, samuel@cpatc.embrapa.br, ronaldo@cpatc.embrapa.br, jramorim@cpatc.embrapa.br.

² Graduando, Bolsista do CNPq, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

minam o teor de umidade ou o potencial total da água. Os sensores são instalados formando *grids* ou transectos, resultando em uma matriz de valores de umidade do solo, ou do potencial total da água no solo, a partir do ponto onde se encontra o emissor (gotejador, microaspersor etc) ou do caule da planta. Uma forma comum de representar a matriz de valores é o imageamento da mesma, utilizando para isso programas computacionais específicos, através de ferramentas de interpolação, o que resulta em uma representação bidimensional do volume de solo amostrado, com a imagem sendo segmentada em classes de valores de umidade do solo ou potencial da água no solo. Nessas imagens, cada classe de valores é representada por uma forma geométrica, normalmente irregular, a qual pode ter sua área determinada.

Entretanto, uma vez que a planta responde, no solo, a uma situação tridimensional, da mesma forma, na irrigação localizada o regime de fluxo é tridimensional, mais que, predominantemente vertical, como ocorre na irrigação por aspersão (Warrick, 1986). Assim, torna-se mais apropriado conhecer o volume de solo correspondente a cada classe de valores, para a secção de controle considerada. Dada a irregularidade da forma geométrica normalmente encontrada para cada classe de valores, a determinação da área de uma classe específica e do volume do sólido gerado pela revolução desta exigem a utilização de métodos matemáticos complexos, como os do cálculo diferencial e integral, como apresentado por Stewart (2001). Mesmo assim, a variação nas formas que uma secção de bulbo pode apresentar, quase sempre não permite a definição de funções que expressem com exatidão as curvas das secções de área a terem o seus volumes calculados.

Assim, o objetivo do presente trabalho é propor uma metodologia simples para determinar, com suficiente precisão, o volume de solo correspondente a cada uma das classes de valores componentes de imagens bidimensionais segmentadas.

Material e Método

A metodologia proposta se baseia no fato de que volume de revolução de uma seção de área qualquer é diretamente proporcional ao raio de rotação a que esta área está submetida (Figura 1), ou seja, uma unidade de área tem volume de revolução diferente, em função da sua posição no eixo das abscissas (eixo x).

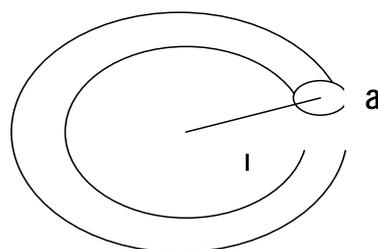


Fig. 1. Representação da determinação do volume de revolução de um segmento da imagem de área a , em função de um raio.

A cada valor r da abscissa, associa-se uma área a do perfil analisado e, à esta, um anel de volume = $2\pi r a$. Assim, o Volume de Revolução (VR) de um perfil é dado pelo somatório dos volumes dos anéis correspondentes a cada uma das suas secções de áreas, conforme a fórmula seguinte:

$$VR = \sum_{i=1}^n 2\pi x_i a$$

Onde x_i é o valor da abscissa na iteração i e a é o valor da área da seção do perfil na abscissa x_i .

Uma *grade* quadriculada de dimensões e área de cada retículo conhecidas é impressa em uma transparência e utilizada justaposta à da imagem de interesse para quantificar o número de retículos associados a cada posição, sendo essa posição o raio em relação ao eixo de revolução (o caule da planta, p. ex) da imagem, como representado na Figura 2.

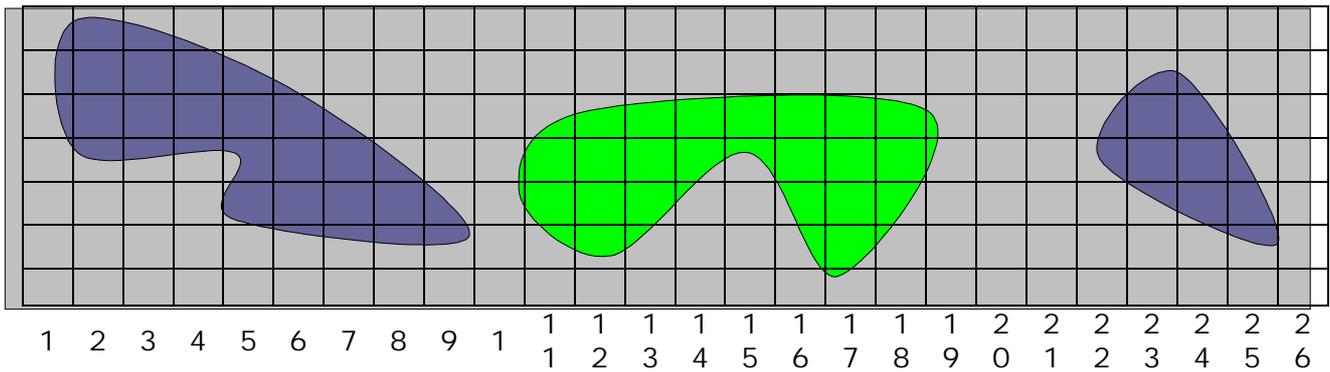


Fig. 2. Representação esquemática de uma *grade* quadriculada sobreposta a um Mapa de contorno.

A posição vertical da área da seção não interfere no volume do anel de rotação correspondente uma vez que o valor da ordenada (eixo y) não altera a distância ao eixo, visto que a rotação é, pela definição do problema, no plano horizontal.

Uma planilha de cálculo, estruturada utilizando o software Excel, é utilizada no sentido de agilizar o cálculo, obedecendo a seguinte seqüência de procedimentos e digitação:

1. Justapor a *grade* quadriculada transparente sobre a imagem impressa, alinhando o canto inferior esquerdo da imagem com o ponto de origem na *grade* quadriculada bem como justapondo as margens inferior e esquerda da imagem e da *grade*; as quais correspondem aos eixos X (abscissa) e Y (ordenada), respectivamente;
2. Informar a correspondência, na régua da *grade* quadriculada ao valor de 1 metro registrado na escala da imagem. Esses dados irão gerar a escala de correspondência entre a imagem e a *grade*;
3. Informar os valores, da *grade* quadriculada, correspondentes aos limites horizontal e vertical da imagem. Esses dados serão utilizados para crítica dos valores digitados na planilha;
4. Para cada valor do eixo X (escala da *grade* quadriculada), informar a quantidade,

inteira e fração, de quadriculos da coluna correspondente, para cada segmento de interesse na imagem.

Uma vez digitada a informação referente ao passo 4, a planilha calcula a área (m²) e o volume (m³) de solo para cada raio médio, em metro, correspondente à coluna informada. O volume de solo para cada segmento da imagem é obtido pela somatória dos volumes correspondentes a cada coluna. A planilha fornece as seguintes saídas: saldo de área para cada abscissa, indicando inconsistências ou erros; o volume associado a cada segmento da imagem por valor de abscissa; o volume global de cada segmento da imagem (independente da forma de distribuição desses segmentos no plano) e o percentual de cada segmento em relação ao volume global da figura, obtida por revolução.

Para fins de crítica dos dados, o usuário poderá, caso deseje, comparar o valor da área estimada para cada segmento da imagem com aquela calculada utilizando o programa computacional Surfer® (Golden Software, 1999); a planilha, então, calcula os desvios entre as duas medidas. A Figura 3 apresenta partes componentes da planilha elaborada, evidenciando as áreas de entrada de dados de parametrização da *grade* quadriculada e da imagem sob análise. A Figura 4 mostra a parte da planilha que expressa os volumes estimados.

VOLUME DE IMAGEM GERADA POR REVOLUÇÃO DE FIGURA PLANA

Escala Utilizada: A (1x1cm) => B (0,5x0,5cm) =>

Ajuste de proporcionalidade: 1 metro na figura e quivale a que medida da tabela? quadros.

Limite do número de quadros na vertical ? Limite do número de quadros na Horizontal ?

AREA	Bruta	Liquid
10	0.00	0.00
20	0.26	0.26
30	0.63	0.37
40	0.82	0.19
50	1.02	0.19
60	1.10	0.09
70	1.13	0.02
80		0.00

Preencher os campos com letra azul, conforme a figura !

Verifique os campos de críticas em letras amarelas até sanar os erros !

CÁLCULO DAS DIFERENTES ÁREAS DA FIGURA

COLUNA		número de quadros por coloração								CRÍTICAS		Saldo
Inicial	Final	10	20	30	40	50	60	70	80	Coluna	Soma	
1	1	0.00	2.70	2.00	0.80					ok	ok	-
2	2	0.00	2.60	2.50	0.40					ok	ok	-
3	3	0.00	2.60	2.70	0.20					ok	ok	(0.00)
4	4	0.00	2.60	2.70	0.20					ok	ok	(0.00)
5	5	0.00	2.60	2.60	0.30					ok	ok	-
6	6	0.00	2.70	2.00	0.80					ok	ok	-
7	7	0.00	2.70	2.00	0.80					ok	ok	-
8	8	0.00	2.70	2.60	0.20					ok	ok	(0.00)
9	9	0.00	2.70	2.80						ok	ok	-
10	10	0.00	2.80	2.70						ok	ok	-
11	11	0.00	3.30	2.20						ok	ok	-
12	12	0.00	3.70	1.60	0.20					ok	ok	(0.00)
13	13	0.00	3.80	1.40	0.30					ok	ok	0.00
14	14	0.00	1.30	4.20						ok	ok	-
15	15	0.00	0.00	5.50						ok	ok	-
16	16	0.00	0.00	5.40	0.10					ok	ok	-
17	17	0.00	0.00	3.50	2.00					ok	ok	-
18	18	0.00	0.00	2.80	2.70					ok	ok	-
19	19	0.00	0.00	2.40	1.60	1.50				ok	ok	-
20	20	0.00	0.00	1.90	1.90	1.70				ok	ok	-
21	21	0.00	0.00	0.50	3.20	1.80				ok	ok	-
22	22	0.00	0.00	0.00	3.30	2.20				ok	ok	-
23	23	0.00	0.00	0.00	2.70	2.80				ok	ok	-
24	24	0.00	0.00	0.00	2.30	3.20				ok	ok	-
25	25	0.00	0.00	0.00	2.20	3.30				ok	ok	-
26	26	0.00	0.00	0.00	1.10	2.70	1.70			ok	ok	-
27	27	0.00	0.00	0.00	0.30	3.00	2.20			ok	ok	-
28	28	0.00	0.00	0.00	0.10	2.70	2.70			ok	ok	-
29	29	0.00	0.00	0.00	0.10	2.20	2.70	0.50		ok	ok	-
30	30	0.00	0.00	0.00	0.30	1.70	1.60	1.90		ok	ok	-
31	31	0.00	0.00	0.00	0.40	0.80	0.70	1.40		ok	ok	0.00
32	32									ok	ok	-
33	33									ok	ok	-
34	34									ok	ok	-
35	35									ok	ok	-
36	36									ok	ok	-
37	37									ok	ok	-
38	38									ok	ok	-
39	39									ok	ok	-
40	40									ok	ok	-
Área Total por cor		-	38.800	56.000	28.500	29.600	11.600	3.800	-	168.30		
Área na escala real		0.0000	0.2607	0.3762	0.1915	0.1989	0.0779	0.0255	0.0000	1.1307		
Área Informada =>		-	0.263	0.369	0.192	0.191	0.085	0.025	-	1.1250		
Diferenças =>		-	(0.0023)	0.0072	(0.0005)	0.0079	(0.0071)	0.0005	-			
Percentual =>		-	23.05	33.27	16.93	17.59	6.89	2.26	-			
% Acumulado =>		-	23.1	56.3	73.3	90.8	97.7	100.0	100			

Resultados e Discussão

Para aplicação da metodologia proposta foram utilizados dois mapas de contorno representativos de matrizes de valores de potencial matricial da água (ψ_m) no solo obtidas de experimentos envolvendo estudos de formação de bulbo úmido em função de diferentes vazões e tempo de aplicação de água, conduzidos por Silva et al. (2006), conforme apresentado na Figura 5. As matri-

zes de valores foram obtidas a partir de um transecto composto de cinco baterias de tensiômetros instalados na direção da linha de plantio de um pomar de goiabeira irrigada pelo sistema de irrigação por microaspersão. Cada bateria era composta por três tensiômetros, instalados no ponto médio das camadas 0 - 0,15; 0,15 - 0,30 e 0,30 - 0,45 e nas distâncias de 0,5 m, 1,0 m, 1,5 m, 2,0 m e 2,5 m do caule da planta.

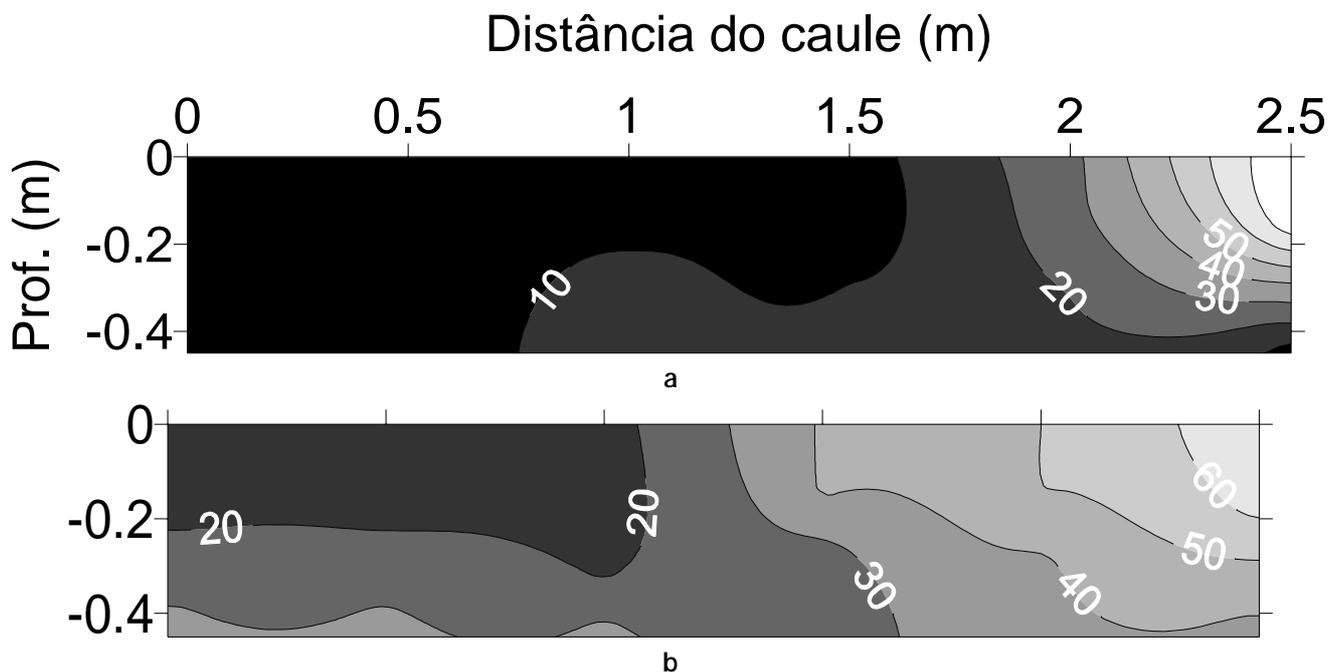


Fig. 5. Mapas de contorno de valores de potencial matricial da água no solo em irrigação por microaspersão para duas condições de distribuição de umidade na seção de controle.

Assim, os mapas de contorno obtidos representam uma seção de controle de 0,45 m de profundidade e 2,5 m de raio, correspondendo a uma área total de 1,125 m² e foram impressas em folha de papel formato A4, com dimensões de 6 cm x 15 cm. Uma grade quadriculada foi impressa em uma transparência, com dimensões superior a da figura impressa no papel A4 e contendo células com dimensões de 0,5 x 0,5 cm. As áreas, em m², correspondente às diversas classes de valores de potencial da água no solo calculadas pelo programa Surfer® (Golden Software, 1999) e as estimadas pela metodologia aqui proposta, são apresentadas

na Tabela 1. Essas áreas são relacionadas para cada uma das seções dos mapas de contorno apresentadas na Figura 5. Observa-se que as diferenças dos valores de área estimados na planilha em relação aos calculados pelo programa Surfer® (Golden Software, 1999) são pequenas, resultando em um desvio quadrado médio de 0,008 m², o que demonstra a boa precisão da metodologia proposta nessa etapa do processo de cálculo dos volumes de solo ocupados por cada classe de potencial da água no solo e sendo isso verdadeiro para os dois exemplos utilizados.

Tabela 1. Áreas, em m², correspondente a cada classe de valores de potencial matricial da água no solo (θ_m), em - kPa, obtidas através do software Surfer e da metodologia proposta e seus respectivos desvios.

<i>Classes de θ_m</i>	<i>Surfer</i>	<i>Exemplo A Planilha</i>	<i>Desvio</i>	<i>Surfer</i>	<i>Exemplo B Planilha</i>	<i>Desvio</i>
0 – 10	0,579	0,518	0,061	0,000	0,000	0,000
10 – 20	0,315	0,384	-0,069	0,263	0,260	0,003
20 – 30	0,098	0,094	0,004	0,369	0,376	-0,007
30 – 40	0,050	0,049	0,001	0,192	0,191	0,001
40 – 50	0,032	0,032	0,000	0,191	0,198	-0,007
50 – 60	0,022	0,022	0,000	0,085	0,077	0,008
60 – 70	0,016	0,016	0,000	0,025	0,025	0,000
70 - 80	0,013	0,011	0,002	0,000	0,000	0,000
Total	1,125	1,126	Méd:0,008	1,125	1,127	Méd: 0,000

A Tabela 2 apresenta a distribuição percentual das áreas, calculadas através da metodologia proposta, em m², de cada uma das classes de potencial da água no solo em relação à secção de controle considerada, a qual tem uma área de 1,125 m². Observa-se que no mapa de contorno apresentado na Figura 5a, 95,4% da secção de controle

apresentou valores de potencial matricial na faixa de 0 a -50 kPa, enquanto que no da Figura 5b esse percentual foi de 90,3%, sendo essa faixa de potencial considerada adequada para a maioria das culturas, quando cultivadas em solo de textura argilosa (Reichardt, 1996).

Tabela 2. Áreas, em m², correspondente a cada classe de valores de potencial matricial da água no solo (θ_m), em - kPa, obtidas através da metodologia proposta.

<i>Classes de θ_m</i>	<i>Área</i>	<i>Exemplo A %</i>	<i>% Acum.</i>	<i>Área</i>	<i>Exemplo B %</i>	<i>% Acum.</i>
0 – 10	0,518	51.5	51,5	0,000	0.0	0,0
10 – 20	0,384	28.0	79,5	0,260	23,4	23,4
20 – 30	0,094	8.7	88,2	0,376	32,8	56,2
30 – 40	0,049	4.4	92,6	0,191	17,1	73,3
40 – 50	0,032	2.8	95,4	0,198	17,0	90,3
50 – 60	0,022	2.0	97,4	0,077	7,5	97,8
60 – 70	0,016	1.4	98,8	0,025	2,2	100,0
70 - 80	0,011	1.2	100,0	0,000	0,0	100,0
Total	1,126			1,127		

Os volumes, em m^3 , correspondentes à revolução das áreas das secções constantes da Tabela 2, calculados através da metodologia aqui apresentada, podem ser visualizados na Tabela 3. Os percentuais de volume para cada classe de potencial foram calculados em relação ao volume total da secção de controle, o qual se refere à revolução de um retângulo com 2,5 m de base e

0,45 m de altura e que resulta em um cilindro com raio de 2,5 m, altura de 0,45 m e um volume de $8,825 m^3$.

Observa-se no mapa de contorno da Figura 5a que 91,5% da secção de controle apresentou valores de potencial matricial na faixa de 0 a -50 kPa, enquanto que para o exemplo da Figura 5b esse percentual foi de 83,1%.

Tabela 3. Volumes, em m^3 , correspondente a cada classe de valores de potencial matricial da água no solo (θ_m), em - kPa, obtidas através da metodologia proposta.

<i>Classes de θ_m</i>	<i>Volume</i>	<i>Exemplo A %</i>	<i>% Acum.</i>	<i>Volume</i>	<i>Exemplo B %</i>	<i>% Acum.</i>
0 – 10	2,102	23,5	0,0	0,000	0	0
10 – 20	3,650	40,9	64,5	0,958	10,7	10,7
20 – 30	1,238	13,8	78,4	2,087	23,4	34,1
30 – 40	0,689	7,7	86,1	1,858	20,8	55,0
40 – 50	0,475	5,3	91,5	2,505	28,1	83,1
50 – 60	0,336	3,7	95,2	1,112	12,4	95,6
60 – 70	0,244	2,7	98,0	0,390	4,4	100,0
70 - 80	0,177	2,0	100,0	0,000	0,0	100,0
Total	8,911			8,910		

Uma vez que a planta responde, no solo, a uma situação tridimensional, o conhecimento do valor do volume de solo correspondente a cada classe de valores, dentro da secção de controle considerada, torna-se mais apropriado a análise do problema. Assim, quando se compara o percentual de área com o de volume de solo (Tabela 4), observa-se que as áreas mais úmidas do bulbo úmido, correspondente aos valores de potencial matricial mais elevados, se encontram mais próximos do caule da planta e por isso representam uma menor proporção do volume de solo quando comparado a zonas menos úmidas do bulbo. As partes menos

úmidas do bulbo representam um maior volume de solo na zona radicular, justamente por se encontrarem mais distantes do eixo de rotação, ou seja com maior raio médio. Para o mapa de contorno da Figura 5a, a área correspondente à classe de potencial de 0 a -10 kPa representa 51,5% da secção de controle considerada, no entanto, essa área representa apenas 23,5% do volume dessa secção. Já a área correspondente à classe de potencial de -10 a -20 kPa representa 28% da área e 40,9% do volume da secção. Esse comportamento se repete no mapa de contorno da Figura 5b para as classes de potencial de -10 a -20 kPa e -20 a -30 kPa, respectivamente.

Tabela 4. Percentual de áreas e volumes para correspondente a cada classe de valores de potencial matricial da água no solo (θ_m), em – kPa.

Classes de θ_m	Exemplo A		Exemplo B	
	% Área	% Volume	% Área	% Volume
0 – 10	51,5	23,5	0,0	0
10 – 20	28,0	40,9	23,4	10,7
20 – 30	8,7	13,8	32,7	23,4
30 – 40	4,4	7,7	17,1	20,8
40 – 50	2,8	5,3	17,0	28,1
50 – 60	2,0	3,7	7,6	12,4
60 – 70	1,4	2,7	2,2	4,3
70 - 80	1,2	2,0	0,0	0
Total	100,0	99,6	100,0	99,7

Assim, a metodologia proposta consegue estimar, de modo simples e acurado o volume correspondente à áreas obtidas em imagens bidimensionais irregulares sem a necessidade de utilização de processos mais elaborados de cálculo diferencial e integral. O valor do somatório dos volumes estimados com o uso da metodologia apresentada é 8,911 e de 8,910 m³ para os mapas de contorno da Figura 5a e 5b, respectivamente (Tabela 3), enquanto que o volume do cilindro correspondente à revolução do retângulo formado pela secção de controle considerada é de 8,835 m³, o que resulta em uma diferença de 0,076 m³, indicando a boa acurácia da metodologia.

O nível de acurácia obtido está diretamente relacionado à percepção do usuário no momento que o mesmo infere a fração do quadrículo nas regiões limites de cada segmento da imagem (mapa de contorno, na presente aplicação), dentro de uma secção (coluna da grade quadriculada). Todavia, para cada valor de abscissa na planilha, é feita a validação da área total da coluna correspondente, de forma a minimizar os desvios nas informações do usuário.

Salienta-se que o procedimento adotado permite a estimativa do raio médio mesmo que uma determinada classe de valores possua áreas não contíguas ao longo da secção de controle, a exemplo do que ocorre na Figura 5b onde a classe de 30 - 40 kPa se apresenta em três segmentos de áreas distintas no mapa de contorno, sendo dois na faixa de profundidade de 0,40 a 0,45 m e próxima ao eixo de revolução da imagem e o último entre 1,5 e 2 m do eixo de rotação, em toda profundidade do perfil do solo.

Embora os percentuais de área e volumes tenham sido determinados em relação ao volume total da imagem, poderá ser mais conveniente que os mesmos sejam obtidos e proporcionalizados em relação a uma determinada secção de controle, como, por exemplo, uma área de maior densidade radicular da planta. Para isso, deve-se estabelecer adequadamente os limites solicitados no passo 3 da seqüência apresentada no tópico Material e Métodos.

Outras aplicações de estimação do volume de revolução pela metodologia apresentada são os estudos de concentração de nutrien-

tes na área de coroamento das plantas, de distribuição de raízes em planta, ou de qualquer outra variável nas áreas de engenharia de água e solo que se relacionem com o desenvolvimento das plantas.

Conclusões

A metodologia proposta no presente trabalho se constitui em uma ferramenta simples e precisa para a estimativa do volume de solo por classes de valores das variáveis de solo, a partir de imagens segmentadas bidimensionais, sendo útil para estudos e trabalhos nas áreas de engenharia de água, de solo e de nutrição de plantas.

Referências Bibliográficas

COELHO, E. F.; OR, D. Modelo de distribuição de água e de potencial matricial no solo sob gotejamento com extração de água por raízes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 225-234, 1999.

GOLDEN SOFTWARE, Surfer version 7.0, Golden, 1999, Software.

LOPEZ, J. R.; ABREU, J. M. H.; PEREZ, A. R.; HERNÁNDEZ, J. F. G. **Riego Localizado**. 2 ed. Madri: Mundi Prensa, 1992. 405 p.

NOGUEIRA, C. C. P.; COELHO, E. F.; LEÃO, M. C. S. Características e dimensões do volume de um solo molhado sob gotejamento superficial e subsuperficial. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 4, n.3, p. 315-320, 2000.

REICHARDT, K. **Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas**. Piracicaba: ESALQ. 1996. 505 p.

SILVA, P. S. da; RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A. de; JUNIOR, J. B. O. S.; MATOS, J. D. S. de. Efeito da Vazão do Emissor e do Volume de Água Aplicada na Formação do Bulbo Úmido em Irrigação Localizada. In: SEMANA ACADÊMICA DA UFS, ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão, SE: UFS, 2006. 1 CD-ROM.

STEWART, J. **Cálculo**. São Paulo: Ed Pioneira. PATARRA, C. C.; HUMES, A. F.; AZANO, C.; TAMANAHA, M. (Trad.), 2001. 579p.

WARRICK, A. W. Design principles/soil water distribution. In: Nakayama, F. S.; BULKS, D. A. **Trickle irrigation for crop production**. Amsterdam: Elsevier, 1986. cap. 2.

Comunicado Técnico, 51

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Tabuleiros Costeiros

Endereço: Avenida Beira Mar, 3250, CP 44, CEP 49025-040, Aracaju - SE.

Fone: (79) 4009-1300

Fax: (79) 4009-1369

E-mail: sac@cpatc.embrapa.br

Disponível em <http://www.cpatc.embrapa.br>

1ª edição (2006)

Comitê de publicações

Presidente: Edson Diogo Tavares.

Secretária-Executiva: Maria Ester Gonçalves Moura

Membros: Emanuel Richard Carvalho Donald, José Henrique de Albuquerque Rangel, Julio Roberto Araujo de Amorim, Ronaldo Souza Resende, Joana Maria Santos Ferreira

Expediente

Supervisor editorial: Maria Ester Gonçalves Moura

Tratamento das ilustrações: João Henrique B. Gomes

Editoração eletrônica: João Henrique Bomfim Gomes