

Foto: Antônio Dias Santiago



Espaçamentos de Capim-elefante Cultivado para Fins Energéticos nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas

Antônio Dias Santiago¹

Anderson Carlos Marafon²

Tassiano Maxwell Marinho Câmara³

Introdução

O uso de biomassa, que já é relevante na matriz energética brasileira, vem ganhando importância devido aos longos períodos de estiagem e irregularidades das chuvas que provocaram reduções nos níveis de água dos principais reservatórios para geração de energia elétrica e consumo humano, especialmente nas regiões Centro-sul e Nordeste. De acordo com o Ministério de Minas e Energia (BRASIL, 2015), a biomassa respondeu em 2014 por 9,2% da capacidade instalada de geração de energia elétrica no Brasil. Dentre as biomassas utilizadas para a geração de energia, o bagaço da cana-de-açúcar representa 70% da geração total, sendo os 30% restantes gerados principalmente pela indústria de papel e celulose, com a utilização de lixívia, lenha e resíduos de árvores.

As usinas de cana-de-açúcar, que anteriormente tinham como produtos principais o etanol e o açúcar, vêm adequando seus parques industriais para aumentar a eficiência da cogeração de energia, o que possibilita a venda de excedentes de energia elétrica, como já acontece em várias unidades industriais. Por outro lado, existem grandes consumidores de energia elétrica e/ou térmica, a exemplo de fábricas de cimento e cerâmicas, que buscam diversificar suas matrizes energéticas,

tornando-as mais sustentáveis. Havendo assim, forte tendência de aumento na demanda por fontes alternativas de biomassas para produção de energia elétrica e ou biocombustíveis.

Além das florestas energéticas, com predominância do eucalipto, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) desponta como opção para a cogeração de energia elétrica. Essa cultura possui grande capacidade de conversão da energia solar em energia química, sendo que, em um hectare da cultura podem ser produzidos de 20 a 25 toneladas de matéria seca, suficiente para gerar 450 GJ/ha que equivale a 42 MWh/ha (ANDREOLI, 2008). Outros autores constataram potenciais ainda mais elevados de produção de biomassa seca, superando 40 toneladas anuais por hectare, o que corresponde a quase o dobro da biomassa média produzida pelo eucalipto (MARAFON et al., 2014; ZANETTI et al., 2010; MORAIS et al., 2009).

Silva e Rocha (2010) avaliaram o potencial produtivo do capim-elefante e do eucalipto, concluindo que o capim-elefante apresentou diversas vantagens em relação ao eucalipto, dentre elas: maior produtividade de biomassa seca/hectare/ano; menor extensão de área para uma dada produção; menor ciclo produtivo; melhor fluxo de caixa; possibilidade de mecanização e maior produção energética.

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo (UEP-Rio Largo) da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, AL

O capim-elefante, sendo uma espécie de rápido crescimento e com alta produção de biomassa, apresenta alto potencial tanto para uso como combustão direta, como para obtenção de carvão vegetal (ROSSI, 2010). Contudo, vários fatores influenciam na produtividade de biomassa do capim-elefante. Em revisões de literatura sobre a produtividade de diversos genótipos em diferentes localidades, Pontes (2013) e Freitas (2008) afirmaram que a produção de matéria seca é variável de acordo com genótipos, manejo e com as condições ambientais. Essa ampla diversidade foi observada principalmente em estudos de competição de materiais objetivando matéria seca para alimentação animal.

Ao estudarem 24 genótipos em duas localidades dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas, Marafon et al. (2013) verificaram que alguns desses materiais apresentaram elevadas produtividades de biomassa associadas a altos teores de fibra. Essas características os credenciam como excelentes e promissoras fontes de biomassa para cogeração de energia.

Devido à inexistência de um sistema de produção definido e específico para a produção de capim-elefante para fins energéticos, foi conduzido o presente estudo, que teve como objetivo avaliar diferentes espaçamentos entre linhas (sulcos de plantio) de quatro genótipos de capim elefante, nas condições dos Tabuleiros Costeiros, visando à colheita mecanizada.

O presente estudo foi conduzido em área experimental, localizada no Município de Marechal Deodoro, AL, (09°44'21" S; 35°57'33" O), em um Latossolo Amarelo Distrocoeso tipo textura argilosa. O ensaio, instalado em fevereiro de 2014, teve dois cortes ou colheitas: aos 192 dias (primeiro) e aos 354 dias (segundo) após o plantio (DAP). A adubação foi baseada na análise de solo e constou da aplicação, nos sulcos de plantio, de 300 kg ha⁻¹ da formulação 08-22-20. A adubação do segundo ciclo de cultivo foi efetuada 30 dias após o primeiro corte, utilizando-se 300 kg ha⁻¹ da formulação 14-00-18.

O preparo de solo consistiu de duas arações e sulcamento com aproximadamente 20 cm de profundidade onde foram colocados colmos inteiros de quatro genótipos de capim-elefante, tendo-se o cuidado de distribuí-los na posição pé com

ponta, igualmente como se procede nos plantios tradicionais da cana-de-açúcar. Posteriormente, os colmos foram cortados em pedaços em torno de 40 cm.

Em virtude de o plantio ter sido realizado no período seco, o ensaio recebeu duas lâminas de água de 30 mm de água, nos primeiros 45 dias após o plantio. Na Figura 1, são apresentados os dados de precipitação pluviométrica (mm) durante o período do estudo em campo. O ensaio foi mantido no limpo sendo utilizado o controle por meio de capinas manuais. Após o corte, os manejos referentes à irrigação e controle de ervas daninhas foram mantidos.

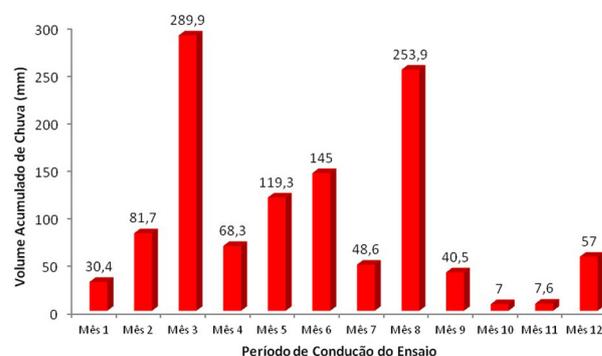


Figura 1. Precipitação pluvial total (mm) no período de fevereiro de 2014 a janeiro de 2015. Marechal Deodoro, AL.

Os cortes para avaliação da produtividade dos capins testados foram realizados manualmente com auxílio de facões a aproximadamente 10 cm de altura em relação ao solo. Amostras de aproximadamente 1 kg foram retiradas e levadas para estufa a 65 °C para determinações dos teores de umidade (%).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Nas parcelas foram distribuídos os três espaçamentos (arranjos espaciais) de plantio: I – 1,0 m x 1,0 m (fileiras simples); II – 0,90 m x 1,50 m (fileiras duplas); e III – 0,50 m x 0,50 m x 1,40 m (fileiras triplas); conforme esquematizado na Figura 2. Nas sub-parcelas (48 m²), os quatro genótipos avaliados: Cameroon Piracicaba, Cubano de Pinda, BRS Capiaçú e BRS Canará. Os genótipos de capim-elefante foram selecionados a partir das maiores produção de biomassa seca apresentadas nos ensaios de competição conduzidos anteriormente. As densidades de plantio foram definidas visando, no futuro, à colheita mecanizada.

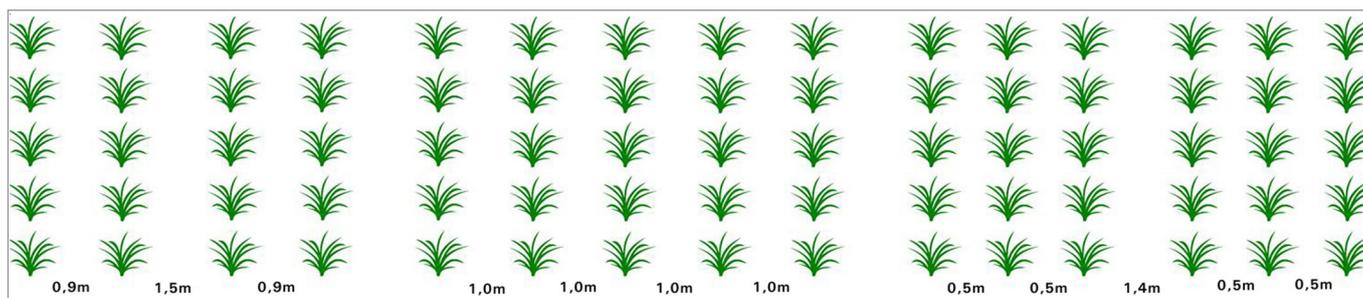


Figura 2. Desenho esquemático dos espaçamentos utilizados no presente trabalho: fileiras simples, duplas e triplas.

Nos dois cortes realizados foram avaliados, além da produção de biomassa seca ($t\ ha^{-1}$) e do número de perfilhos por metro linear, o diâmetro dos colmos (mm) e altura de plantas (m), sendo amostradas cinco plantas por subparcela.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, sendo utilizado o programa estatístico ASSISTAT Versão 7.7 (SILVA; AZEVEDO, 2002).

De acordo com as análises estatísticas houve efeito do tratamento “espaçamentos” para a produção de matéria seca total, número de perfilhos e diâmetro

de colmos no segundo corte. Para os genótipos não foram observadas diferenças significativas para as características avaliadas. Quanto às interações foram verificadas significativas somente para perfilhos, nos dois cortes, e diâmetro no primeiro corte.

As produções de matéria seca dos quatro genótipos de capim-elefante podem ser consideradas elevadas. Todos os materiais apresentaram produtividades médias anuais superiores a 61,43 toneladas de biomassa seca por hectare /ano, contudo, sem apresentar diferenças estatísticas entre eles (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade anual de matéria seca ($t\ ha^{-1}$) de genótipos de capim-elefante cultivados em diferentes espaçamentos, Marechal Deodoro, AL, 2014-2015.

Espaçamentos	Genótipos				Média
	Cameroon Piracicaba	Cubano de Pinda	BRS Capiaçú	BRS Canará	
Fileiras Simples	53,34	57,72	48,65	52,47	53,04b
Fileiras Duplas	64,80	58,48	74,34	68,28	66,47a
Fileiras Triplas	71,12	68,09	85,02	74,90	74,78a
Média	63,08	61,43	69,33	65,21	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Esses resultados estão acima dos obtidos por outros autores a exemplo de Pontes (2013), que ao avaliar a produção de biomassa seca no Município de Beberibe, CE, de três genótipos de capim elefante colhidos aos 186 dias após o plantio encontrou valores que variaram de 17,0 a 30,07 $t\ ha^{-1}$. Avaliando 52 genótipos de capim-elefante, Rossi (2010) encontrou valores que variaram de 14,84 $t\ ha^{-1}$ a 56,57 $t\ ha^{-1}$ quando colhidos aos 10 meses após o primeiro corte. Marafon et al. (2013) conduziram um estudo, com colheitas semestral e por três ciclos, objetivando avaliar genótipos de capim-elefante quanto ao potencial de produção de biomassa em dois municípios dos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. Esses autores observaram

produções de matéria seca que variaram de 17,84 a 51,5 $t\ ha^{-1}$, ou seja, inferiores às médias obtidas no presente estudo. Ao estudarem o comportamento de cinco genótipos de capim-elefante, em dois tipos de solos no Estado do Rio de Janeiro, Morais et al. (2009) verificaram produções de biomassa seca de 45 $t\ ha^{-1}$ a 63 $t\ ha^{-1}$.

No tocante aos espaçamentos, pode-se observar que os tratamentos em fileiras duplas e triplas possibilitaram maiores produções de biomassa seca, independentemente do genótipo, em relação ao arranjo denominado fileiras simples. Embora o espaçamento triplo tenha possibilitado produtividade de 8,87 $t\ ha^{-1}$ em relação ao duplo, não foi observada diferença significativa.

No primeiro corte não foram observadas diferenças significativas nas fileiras simples e triplas em relação aos genótipos, quando foram analisados os números médios de perfilhos (Tabela 2). Na fileira dupla foi verificada interação significativa entre os tratamentos, e o Capiáçu apresentou maior número de perfilhos que o BRS Canará. No segundo corte, constatou-se diferenças somente nas fileiras triplas, havendo diferenças do BRS Capiáçu para os genótipos Cubano de Pinda e BRS Canará.

Ainda no segundo corte, observou-se uma redução acentuada nos valores absolutos no número de perfilhamento das plantas. Tal fato, possivelmente está associado ao pisoteio e arranquio de soqueiras causado pelas carregadeiras utilizadas para o recolhimento da produção da biomassa das parcelas experimentais. Em ambos os cortes, o espaçamento que apresentou o maior número de perfilhos foi o triplo, superior aos verificados na fileira dupla. Nos dois cortes não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos estudados.

Tabela 2. Número de perfilhos por metro linear em genótipos de capim-elefante cultivados em diferentes espaçamentos e submetidos a dois cortes, Marechal Deodoro, AL, 2014-2015.

Espaçamentos	Número de perfilhos por metro linear				
	Primeiro corte				
	Genótipos				
	Cameroon Piracicaba	Cubano de Pinda	BRS Capiáçu	BRS Canará	Média
Fileiras Simples	26,87ab A	27,29 a A	26,94 a A	27,58 a A	27,17 ab
Fileiras Duplas	23,47b AB	26,54 a AB	28,83 a A	21,87 b B	25,17 b
Fileiras Triplas	29,82 a A	26,23 a A	27,62 Aa	31,85 aA	28,88 a
Média	26,72 A	26,68 A	27,79 A	27,10 A	
Espaçamentos	Segundo corte				
	Genótipos				
	Cameroon Piracicaba	Cubano de Pinda	BRS Capiáçu	BRS Canará	Média
Fileiras Simples	14,77 aA	12,88 aA	13,97 b A	13,25 a A	13,71 ab
Fileiras Duplas	13,69 aA	14,83 a A	12,81 bA	12,22 a A	13,38 b
Fileiras Triplas	14,25 a AB	13,26 a B	17,66 a A	14,18 a B	14,83 a
Média	14,23 A	13,65 A	14,81 A	13,21 A	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os resultados do número de perfilhos, para o primeiro corte, estão de acordo com os obtidos por Marafon et al. (2013), que encontraram valores que variaram de 13,95 a 27,28.

Em ambos os cortes não foram observadas diferenças significativas nos genótipos de capim-elefante e entre os espaçamentos (Tabela 3). A altura dos materiais de capim-elefante, primeiro corte, variou de 3,24 m a 3,58 m. Rossi (2010) encontrou valores variando de 2,7 m a 4,0 m. No tocante aos espaçamentos não foram observadas diferenças significativas, com as alturas variando de 3,32 m a 3,67 m. No segundo corte foi observada redução nas alturas das plantas. Igualmente no primeiro corte, não foram observadas diferenças entre as alturas das plantas nos diferentes espaçamentos avaliados. As alturas médias

variaram de 2,46 m a 2,79 m. Com relação aos genótipos a maior altura foi verificada para o BRS Canará, 2,69 m, contudo, sem apresentar diferenças dos demais genótipos avaliados.

Tabela 3. Altura média de genótipos de capim-elefante cultivados em diferentes espaçamentos e submetidos a dois cortes, Marechal Deodoro, AL, 2014-2015.

Espaçamentos	Altura de plantas (m)				
	Primeiro corte				
	Genótipos				
	Cameroon Piracicaba	Cubano de Pinda	BRS Capiaçú	BRS Canará	Média
Fileiras Simples	3,74	3,50	3,58	3,86	3,67
Fileiras Duplas	3,38	3,38	3,21	3,66	3,40
Fileiras Triplas	3,61	3,59	2,93	3,17	3,32
Média	3,57	3,49	3,24	3,56	
Espaçamentos	Segundo corte				
	Genótipos				
	Cameroon Piracicaba	Cubano de Pinda	BRS Capiaçú	BRS Canará	Média
Fileiras Simples	2,65	2,34	2,81	2,46	2,56
Fileiras Duplas	2,23	2,32	2,29	3,00	2,46
Fileiras Triplas	2,81	3,03	2,73	2,60	2,79
Média	2,56	2,56	2,61	2,68	

Com relação ao diâmetro dos colmos, no primeiro corte, observa-se na Tabela 4 que não houve diferenças significativas nas médias finais dos genótipos e dos espaçamentos no primeiro corte. Avaliando os diâmetros dos genótipos em função dos espaçamentos notou-se que os colmos dos genótipos Cameroon Piracicaba e BRS Capiaçú cultivados em fileiras simples foram superiores aos demais. No espaçamento fileira dupla, o BRS Canará apresentou valores superiores aos verificados nos diâmetros do Cameroon Piracicaba e BRS Capiaçú. Já na fileira tripla o maior valor médio

foi encontrado nos colmos do genótipo Cameroon Piracicaba, mas, sem apresentar diferença estatística do BRS Canará.

No segundo corte não foi observada interação significativa dos tratamentos, havendo diferença significativa das fileiras simples e duplas em relação ao tratamento fileiras triplas. De um modo geral os valores dos diâmetros foram superiores ao verificados no primeiro corte, possivelmente devido à redução no número de perfilhos verificados em relação às épocas de cortes.

Tabela 4. Diâmetro médio de colmos de genótipos de capim-elefante cultivados em diferentes espaçamentos e submetidos a dois cortes, Marechal Deodoro, AL, 2014-2015.

Espaçamentos	Altura de plantas (m)				
	Primeiro corte				
	Genótipos				
	Cameroon Piracicaba	Cubano de Pinda	BRS Capiaçú	BRS Canará	Média
Fileiras Simples	20,25 A a	16,89 a B	19,62 a A	17,36 a B	18,53 a
Fileiras Duplas	16,21 b B	18,05 a AB	16,89 b B	18,60 a A	17,43 a
Fileiras Triplas	18,81 a A	16,65 a B	16,73 b B	17,39 a AB	17,39 a
Média	18,42 A	17,19 A	17,74 A	17,78 A	
Espaçamentos	Segundo corte				
	Genótipos				
	Cameroon Piracicaba	Cubano de Pinda	BRS Capiaçú	BRS Canará	Média
Fileiras Simples	20,27	18,93	20,46	20,13	19,94 a
Fileiras Duplas	19,62	19,85	20,74	19,55	19,94 a
Fileiras Triplas	19,53	18,37	17,89	17,83	18,40 b
Média	19,80	19,05	19,69	19,17	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Nos dois cortes os valores de diâmetro estão acima dos encontrados por outros autores, tais como Rossi, 2010, que ao estudar 52 acessos obteve valores que variaram de 7,3 mm a 16,3 mm.

Considerações finais

Os espaçamentos 0,90 m x 1,50 m (fileiras duplas) e 0,50 m x 0,50 m x 1,40 m (fileiras triplas) proporcionam produções de biomassa seca superiores à produtividade obtida no espaçamento 1,0 m x 1,0 m (fileiras simples).

As produtividades de matéria seca dos quatro genótipos de capim-elefante são consideradas satisfatórias quando comparadas com outras espécies cultivadas para produção de biomassa para utilização na geração de energia termoelétrica.

Agradecimentos

Ao assistente de pesquisa Antonio de Sousa Vieira, pela dedicação ao experimento, e à Usina Sumaúma/Grupo Toledo, pelo apoio na condução dos trabalhos em campo.

Referências

- ANDREOLI, C. Convergência de agricultura e energia: I. Produção de biomassa celulósica para biocombustíveis e eletricidade. **Economia & Energia**, [S.l.], v. XI, n. 66, fev.mar. 2008.
- FREITAS, E. V. **Caracterização de pastos, consumo e desempenho de vacas em pastagens de Pennisetum SP**. 2008. Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; CAMARA, T. M. M.; RANGEL, J. H. A.; AMARAL, A. F. C.; LEDO, F. J. S.; BIERHALS, A. N.; PAIVA, H. L. **Potencial produtivo e qualidade da biomassa de capim-elefante para fins energéticos**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 6 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 68).
- MARAFON, A. C.; SANTIAGO, A. D.; CAMARA, T. M. M.; RANGEL, J. H. A.; LEDO, F. J. S. **Produção e qualidade da biomassa de genótipos de capim-elefante com fins energéticos cultivados nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013. 7 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 67).
- MORAIS, R. F.; SOUZA, B. J.; LEITE, J. M.; SOARES, L. H. B.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Elephant grass genotypes for bioenergy production by direct biomass combustion. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 2, 2009.
- PONTES, G. M. **Avaliação da produtividade de biomassa de capim-elefante e sorgo sacarino no Estado do Ceará para uso energético**. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Escola de Economia de São Paulo, da Fundação Getulio Vargas, São Paulo.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Resenha Energética Brasileira – exercício de 2014**. Brasília, DF: Núcleo de Estudos estratégicos em Energia, jun./2015.
- ROSSI, D. A. **Avaliação morfoagronômica e da qualidade da biomassa de acessos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para fins energéticos no Norte Fluminense. Campos dos Goytacazes**. 2010. 55 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos Goytacazes.
- SILVA, F. A. S. E.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.
- SILVA, E.; ROCHA, C.R. Eucalipto e Capim elefante: características e potencial produtivo de biomassa. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 2, p. 143-152, 2010.
- ZANETTI, J. B.; MORAIS, R. F.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.; SOARES, L. H. B. **Balanco de energia na produção de capim-elefante em condições experimentais**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2010. 24 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 71).

**Comunicado
Técnico, 176**

Embrapa Tabuleiros Costeiros
Endereço: Avenida Beira Mar, 3250,
CEP 49025-040, Aracaju - SE
Fone: (79) 4009-1344
Fax: (79) 4009-1399
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Publicação disponibilizada on-line no formato PDF

1ª edição
On-line (2015)

**Comitê de
publicações**

Presidente: Marcelo Ferreira Fernandes
Secretária-executiva: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues
Membros: Ana Veruska Cruz da Silva Muniz, Carlos
Alberto da Silva, Élio César Guzzo, Hymerson Costa
Azevedo, João Gomes da Costa, Josué Francisco da
Silva Junior, Julio Roberto Araujo de Amorim, Viviane
Talamini e Walane Maria Pereira de Mello Ivo

Expediente

Supervisora editorial: Raquel Fernandes de Araújo Rodrigues
Tratamento das ilustrações: Joyce Feitoza Bastos
Editoração eletrônica: Joyce Feitoza Bastos