

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**FENOLOGIA E NUTRIÇÃO MINERAL DE *BLECHNUM OCCIDENTALE* L.  
(PTERIDOPHYTA) OCORRENTE NA MATA DE GALERIA DA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA DO PANGA, UBERLÂNDIA - MG**

Fabiana Ferraz Aud

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

Uberlândia – MG  
Julho/2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**FENOLOGIA E NUTRIÇÃO MINERAL DE *BLECHNUM OCCIDENTALE* L.  
(PTERIDOPHYTA) OCORRENTE NA MATA DE GALERIA DA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA DO PANGA, UBERLÂNDIA - MG**

Fabiana Ferraz Aud

Orientadora: Profa. Dra. Marli A. Ranal

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Uberlândia, para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências Biológicas.

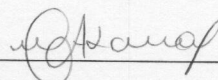
Uberlândia – MG  
Julho/2003

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

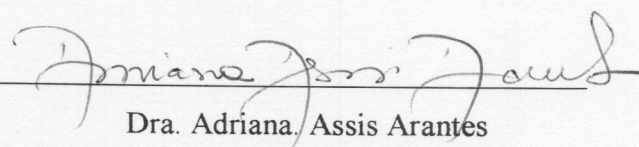
**FENOLOGIA E NUTRIÇÃO MINERAL DE *BLECHNUM OCCIDENTALE* L.  
(PTERIDOPHYTA) OCORRENTE NA MATA DE GALERIA DA ESTAÇÃO  
ECOLÓGICA DO PANGA, UBERLÂNDIA - MG**

Fabiana Ferraz Aud

Aprovado pela Banca Examinadora em 24/07/03 Nota 96,0



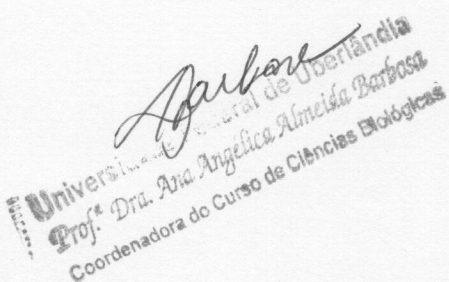
Prof. Dra. Marli A. Ranal



Dra. Adriana Assis Arantes



Prof. Dr. Glein Monteiro Araújo



Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Dra. Ana Angélica Almeida Barbosa  
Coordenadora do Curso de Ciências Biológicas

Uberlândia, 24 de Julho de 2003.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Dani pela inestimável ajuda nos trabalhos de campo e pela constante companhia.

A minha família, que não mediu esforços para me ajudar.

Aos amigos do PET/BIOLOGIA e à tutora, Profa. Dra. Ana Maria Bonetti, pelos ensinamentos.

A Profa. Dra. Marli A. Ranal pela paciência, dedicação e grande exemplo de amor à Ciência.

Amigos,

**Muito Obrigada**

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS.....	i
ÍNDICE DE TABELAS.....	ii
RESUMO.....	iii
1. Introdução.....	01
2. Material e Métodos.....	07
3. Resultados.....	10
3.1 Fenologia , proporção de folhas férteis e estéreis e tempo médio de vida das folhas de <i>Blechnum occidentale</i> .....	10
3.2 Teor de minerais no solo e em <i>Blechnum occidentale</i> .....	22
4. Discussão.....	26
4.1 Fenologia , proporção de folhas férteis e estéreis e tempo médio de vida das folhas de <i>Blechnum occidentale</i> .....	26
4.2 Teor de minerais no solo e em <i>Blechnum occidentale</i> .....	32
5. Literatura citada.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Mapa da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.....	09
<b>Figura 2.</b> Número médio de báculos de <i>Blechnum occidentale</i> , registrado de outubro/2000 a outubro/2001, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. As barras representam o intervalo de confiança das médias.....	13
<b>Figura 3.</b> Dados de temperatura e pluviosidade, de novembro/1999 a dezembro/2002, obtidos pelo Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Uberlândia.....	15
<b>Figura 4.</b> Número médio de folhas jovens em expansão e totalmente expandidas de <i>Blechnum occidentale</i> , registrado de outubro/2000 a outubro/2001, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. As barras apresentam o intervalo de confiança das médias.....	16
<b>Figura 5.</b> Número médio de folhas estéreis de <i>Blechnum occidentale</i> , registrado de outubro/2000 a outubro/2001, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. As barras apresentam o intervalo de confiança das médias.....	18
<b>Figura 6.</b> Número médio de folhas férteis de <i>Blechnum occidentale</i> , registrado de outubro/2000 a outubro/2001, para três microambientes da mata de galeria da na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. As barras apresentam o intervalo de confiança das médias.....	20

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1.</b> Número de báculos (média $\pm$ desvio padrão) de <i>Blechnum occidentale</i> , registrado de outubro/2000 a outubro/2001 em 0,504 m <sup>2</sup> , para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.....	12
<b>Tabela 2.</b> Número de folhas jovens em expansão e totalmente expandidas (média $\pm$ desvio padrão) de <i>Blechnum occidentale</i> , registrado de outubro/2000 a outubro/2001 em 0,504 m <sup>2</sup> , para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.....	14
<b>Tabela 3.</b> Número de folhas estéreis (média $\pm$ desvio padrão) de <i>Blechnum occidentale</i> , registrado de outubro/2000 a outubro/2001 em 0,504 m <sup>2</sup> , para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.....	17
<b>Tabela 4.</b> Número de folhas férteis (média $\pm$ desvio padrão) de <i>Blechnum occidentale</i> , registrado de outubro/2000 a outubro/2001 em 0,504 m <sup>2</sup> , para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia.- MG.....	19
<b>Tabela 5.</b> Tempo de expansão de báculos e duração da folha de <i>Blechnum occidentale</i> (média $\pm$ desvio padrão) em três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.....	21
<b>Tabela 6.</b> Análise química do solo (média $\pm$ desvio padrão) junto às populações de <i>Blechnum occidentale</i> ocorrente na mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG. Coleta realizada em setembro/2000.....	23
<b>Tabela 7.</b> Análise química do solo (média $\pm$ desvio padrão) junto a populações de <i>Blechnum occidentale</i> ocorrente na mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG. Coleta realizada em dezembro/2001.....	24
<b>Tabela 8.</b> Análise química de folhas e rizoma de <i>Blechnum occidentale</i> ocorrente na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia - MG.....	25

## RESUMO

*Blechnum occidentale* L. é uma espécie de pteridófita geófito rizomatosa, de ampla distribuição geográfica, que ocorre desde o nível do mar até aproximadamente 3.500m, predominando entre 1.000 e 3000m. O objetivo deste estudo foi acompanhar a fenologia de *Blechnum occidentale* ocorrente na mata de galeria da Estação Ecológica do Panga e avaliar o teor de nutrientes de folhas, rizoma e de amostras de solo junto às populações estabelecidas, nas estações seca e chuvosa, visando entender processos envolvidos no estabelecimento da espécie em condições naturais. A Estação Ecológica do Panga situa-se no município de Uberlândia – MG, Brasil (19°09'20" -19°11'10" Sul, 48°23'20" -48°24'35" Oeste, cerca de 800m de altitude). A região é caracterizada pelo tipo climático Aw, segundo o sistema de classificação de Koeppen, com verão chuvoso de outubro a março e inverno seco de abril a setembro. Os dados fenológicos foram coletados mensalmente, de outubro/2000 a outubro/2001, em 56 parcelas de 30 x 30cm, sendo 18 demarcadas na borda da mata exposta ao sol, 18 na borda da mata em área sombreada e 20 no interior da mesma. A produção de folhas novas ao longo do ano ocorreu na estação chuvosa, sendo que neste período houve produção mais intensa na borda da mata, tanto ensolarada como sombreada. Folhas estéreis predominaram na borda ensolarada da mata, em relação aos outros dois microambientes, não havendo diferença significativa no número de folhas férteis produzidas nos três microambientes estudados. Nos meses de junho a agosto, auge da seca, não houve produção de folhas. O baixo número de folhas férteis encontrado na população, contrastando com o maior número de folhas estéreis, indica que o crescimento do rizoma constitui a principal forma de propagação da espécie. Como a maior produção de folhas estéreis e férteis ocorre na



borda da mata, pode-se considerar *Blechnum occidentale* L. como uma espécie heliófila. As análises de macro e micronutrientes do solo junto às populações de *Blechnum occidentale* mostrarão que os teores de boro e ferro aumentaram na estação chuvosa em relação à estação seca. Para os demais nutrientes não houve diferença. As análises do solo indicam ainda que alumínio, cobre, enxofre, ferro, fósforo e matéria orgânica são encontrados em quantidades significativamente maiores na borda da mata enquanto cálcio, magnésio, manganês, zinco, soma de bases e pH têm valores significativamente maiores no interior da mata. Esses resultados mostram que o solo da borda da mata é mais pobre em nutrientes do que o interior. As análises químicas de folhas e rizoma indicam que *Blechnum occidentale* é uma espécie calcífuga (apresenta de 0,16 a 0,91% de cálcio em seus tecidos em relação à sua massa seca), com algum grau de esclerofilia (valores para fósforo abaixo de 3000 mg kg<sup>-1</sup>) e, portanto, tolerante a déficits hídricos.

Palavras-chave: *Blechnum occidentale*, pteridófito, fenologia

## 1. Introdução

Nas primeiras e nas últimas décadas do século XX muitos trabalhos sobre ecologia de pteridófitas foram publicados, mas sem dúvida este foi um século em que a taxonomia ainda predominou. Além disso, informações ecológicas predominam para espécies de regiões temperadas (Barkman, 1958; Page, 1979 a,b; Willmot, 1985; Simán & Sheffield, 2002), sendo as de regiões tropicais menos conhecidas (Holttum, 1938; Dyer & Page, 1985; Kornás, 1985; Ranal, 1995a,b; Poulsen & Tuomisto, 1996; Tuomisto & Poulsen, 1996; Tuomisto *et al*, 1998; Mehltreter, 2002).

Intensidade luminosa, temperatura, pluviosidade, umidade relativa do ar, capacidade de retenção de água e teor de nutrientes do substrato têm sido apontados como fatores que interferem na distribuição, crescimento, morfologia e fenologia das pteridófitas (Pessin, 1925; Holttum, 1938; Williams, 1938; Barkman, 1958; Conway, 1949, 1953; Conway & Stephens, 1957; Dias Filha, 1989; Silva, 1989; Ranal, 1995b; Mehltreter & Palacios-Rios, 2003).

A deficiência hídrica parece ser o principal fator determinante para o estabelecimento, periodicidade de crescimento e dormência das plantas, bem como para a seleção de processos adaptativos em ambientes sazonalmente secos (Pickett, 1913, 1914, 1923; Mottier, 1914; Pickett & Manuel, 1926; Kappen, 1964, 1965; Kornás, 1977, 1985; Sato & Sakai, 1980, 1981; Quirk & Chambers, 1981; Haufler & Adams III, 1982; Ranal, 1995b). Kornás (1985), ao estudar estratégias adaptativas de pteridófitas em Zambia, na África, observou padrões sazonais de crescimento e dormência, identificando-os como estratégias para a colonização de ambientes sazonalmente secos. *Asplenium theciferum* (HBK.) Mett., *Loxogramme lanceolata* (Sw.) Prese, *Pyrrosia schimperana*, *Actinopteris radiata*, *Cheilantes inaequalis* e *Selaginella imbricata* foram incluídas no grupo das plantas que possuem sazonalidade irregular, diretamente dependentes das condições

climáticas, crescendo ativamente na estação chuvosa e apresentando dormência por toda a estação seca; porém, mantendo seus órgãos assimilatórios. A maioria dessas espécies são epífitas que ocorrem nas manchas de florestas sempre verdes, podendo crescer em declives rochosos e solos secos. *Arthropteris orientalis*, *Elaphoglossum* spp., *Oleandra distenta* Kze., *Pleopeltis excavata*, *Drynaria volkensis*, *Nephrolepis undulata* (Sw.) J. Sm. e *Adiantum poiretii* Wikstr. foram incluídas no grupo das plantas que possuem sazonalidade mais evidente e regular, crescendo exclusivamente na estação chuvosa e apresentando dormência na estação seca, com a perda dos órgãos assimilatórios.

Dos poucos trabalhos sobre fenologia de pteridófitas, vários deles indicam sazonalidade na produção de folhas e esporos (Ortega, 1984; Silva, 1989; Dias Filha, 1989; Ranal, 1995b; Mehlreter & Palacios-Rios, 2003). Dentre as oito espécies estudadas por Ranal (1995b), *Polypodium hirsutissimum* Raddi, *P. pleopeltifolium* Raddi e *P. polypodioides* (L.) Watt liberam esporos na estação seca (abril-agosto), enquanto para *Adiantopsis radiata* (L.) Fée, *Microgramma lindbergii* (Mett.) Sota, *M. squamulosa* (Kaulf.) Sota, *Polypodium latipes* Langsd. et Fisch e *Pteris denticulata* Sw. isto ocorre durante a estação chuvosa (janeiro-março). A autora registrou também que a produção de folhas novas, estéreis e férteis, coincidiram com o período de alta pluviosidade. Essa sazonalidade na produção de folhas foi associada ao fator água pelo fato das folhas serem produzidas após períodos de chuva. Isto também foi verificado para *Sphaeropteris senilis* (KL.) Tryon (Ortega, 1984); *Lygodium volubile* Sw. (Dias Filha, 1989); *Adiantum petiolatum* Desv., *Dryopteris dentata* (Forssk.) C. Chr., *Polystichum denticulatum* J. Sm., *Tectaria incisa* Cav. e *Blechnum glandulosum* Link (Pereira-Noronha, 1989). Ranal (1995b) observou ainda que é comum ocorrer diminuição ou manutenção do número de folhas nos primeiros meses do período chuvoso, pois parte das folhas que secaram durante a estação seca é carregada pela água das primeiras chuvas. As espécies acima citadas,

incluindo *Plagiogyria fialhoi* (Fée et Glaziou) Copel. (Windisch & Pereira-Noronha, 1983), não apresentaram regularidade quanto ao número de folhas férteis ou estéreis produzidas pelos esporófitos das populações.

Dados obtidos por Simán & Sheffield (2002) mostram que, dependendo das condições ambientais, pode ocorrer sazonalidade na produção de folhas novas e de folhas férteis. Porém, se as plantas forem mantidas em condições climáticas estáveis e controladas, há produção contínua de folhas, tanto férteis como estéreis. Segundo os autores, populações de *Polypodium vulgare* L. estabelecidas no campo, não produzem folhas novas durante o inverno e início da primavera (outubro a março). No momento em que se dá o início da produção de folhas (abril), a maioria dessas, da população estabelecida no campo, tornam-se precocemente férteis, havendo aumento no número de folhas férteis durante o verão.

Padrões de crescimento e reprodução de *Polystichum acrostichoides* ocorrente no sudeste de Ohio mostram que as folhas representam o componente dominante para o aumento de biomassa da população (Greer & McCarthy, 2000). Os autores verificaram que a frequência reprodutiva é positivamente associada com o aumento de biomassa da população, existindo um tamanho mínimo dessa biomassa para que a espécie entre na fase reprodutiva. Também foi observado que a frequência de reprodução está negativamente correlacionada com a concentração de cátions e positivamente correlacionada com a concentração de fósforo. Isto significa que quanto mais rico em cátions for o solo, maior será o investimento da espécie na fase vegetativa.

Condições edáficas como composição química e estrutura física do substrato contribuem para determinar o estabelecimento e a distribuição de pteridófitas, tendo sido registradas variações entre espécies nas interações solo-planta (Berry *et al.*, 1918 in Petersen, 1985; Wherry, 1920; Pessin, 1925; Hou & Merkle, 1950; Hill, 1971; Carlson,

1979; Höhne & Richter, 1981; Graves & Monk, 1982; Ranal, 1995a; Poulsen, 1996; Tuomisto & Poulsen, 1996; Tuomisto *et al*, 1998).

Tuomisto & Poulsen (1996) e Tuomisto *et al*, (1998) mostram que diferenças na fertilidade do solo explicam a maioria dos padrões de distribuição das espécies de pteridófitas estudadas no noroeste amazônico, sendo a variação pluviométrica considerada menos influente. Segundo a autora, as especializações edáficas podem desempenhar papel importante nos processos de especiação. Sleep (1985) realizou experimentos com transplantes de três espécies do complexo *Asplenium adiantum - nigrum* L. nos quais a germinação e o desenvolvimento de duas delas, originárias de solos serpentinos, foram acompanhados em solos não-serpentinos e vice-versa. Os resultados obtidos pelo autor mostraram que as características morfológicas das plantas não se modificaram ao longo de cultivos sucessivos. Observou-se que plantas de origem não-serpentina tinham crescimento impedido e falhas na germinação dos esporos quando cultivadas em solos serpentinos. Esses resultados sugerem que os fatores edáficos estão envolvidos na diferenciação morfológica e fisiológica das espécies.

A grande influência do componente edáfico no estabelecimento de pteridófitas fez Poulsen (1996) ressaltar que o conhecimento da composição química das espécies de pteridófitas de um local implica na possibilidade de serem feitas inferências sobre as propriedades do solo em que estas podem ser encontradas. Segundo Ranal (1995a), pteridófitas podem ser consideradas bioindicadoras do estado nutricional de solos ou de outros substratos.

Resultados obtidos por Ranal (1995a) indicam que a distribuição das espécies de pteridófitas terrestres na mata mesófila semidecídua do Barreiro Rico, Anhembi-SP, está relacionada ao teor de nutrientes do substrato e pH. Levando em conta apenas o valor de pH dos substratos a autora considerou *Microgramma squamulosa*, *Polypodium*

*pleopeltifolium* e *P. polypodioides* como generalistas, uma vez que essas espécies se mostraram tolerantes a maiores amplitudes de pH dos substratos; *Adiantopsis radiata*, *Microgramma lindbergii*, *Polypodium hirsutissimum*, *P. latipes* e *Pteris denticulata* foram classificadas como calcífugas. Espécies calcífugas, segundo Hou & Merkle (1950), apresentam menor teor de cálcio nas folhas (0,05 a 1,35%) do que as calcícolas (1,57 a 2,27%). Utilizando esse critério, todas as espécies estudadas por Ranal (1995a) foram classificadas como calcífugas.

Vários autores correlacionaram características edáficas com a composição do estrato herbáceo e separaram espécies de pteridófitas em grupos, de acordo com o pH e a fertilidade do solo (Carlson, 1979; Graves & Monk 1982; Pereira-Noronha, 1989). Porém, segundo Pereira-Noronha (1989), a distribuição de *Adiantum petiolatum*, *Tectaria incisa*, *Dryopteris dentata*, *Blechnum glandulosum* e *Polystichum denticulatum*, ocorrentes em mata ciliar do Estado de São Paulo (Ipeúna e Moji-Guaçu), parece estar mais relacionada com a quantidade de luz disponível do que com as características do solo.

Höhne & Richter (1981) verificaram que há variação na quantidade de alguns elementos na folha, de acordo com variações no substrato. Existem porém, mecanismos para evitar a entrada de alguns elementos nos tecidos foliares, como por exemplo, *Polypodium polypodioides* que evita a entrada do alumínio em seus tecidos (Ranal, 1995a). Pteridófitas podem também acumular certos elementos em seus tecidos, como *Polypodium hirsutissimum*, *P. latipes*, *P. pleopeltifolium*, *Dennstaedtia punctilobula* (Michx.) Moore, *Dryopteris marginalis* (L.) A. Gray., *Lycopodium clavatum* L., *Osmunda claytoniana* L., que acumulam manganês e *Polypodium latipes*, *P. pleopeltifolium*, *Pteris denticulata*, *Thelypteris phegopteris* (L.) Slosson (= *Phegopteris connectilis* (Michx.) Watt), *Lycopodium clavatum*, *L. flabelliforme* (Fern.) Blanch. e *L. obscurum* L. que acumulam alumínio (Hou & Merkle, 1950; Höhne & Richter, 1981; Ranal 1995a).

O Bioma Cerrado possui grande biodiversidade e o conhecimento das espécies que o compõem torna-se necessário para subsidiar estudos das dinâmicas ambientais. A Estação Ecológica do Panga localiza-se no Bioma Cerrado e possui aproximadamente 60 espécies de pteridófitas (Prado & Ranal, comunicação pessoal), dentre as quais quatro espécies são da família Blechnaceae. Dentre as quatro espécies de *Blechnum* (*B. brasiliense* Desv., *B. lanceola* Sw., *B. occidentale* L., e *B. regnellianum* (Kunze) C. Chr.), duas até o momento foram identificadas como sendo capazes de formar banco de esporos (Ranal, no prelo). Dentre elas está *B. occidentale* que tem crescimento horizontal (planta geófito rizomatoso segundo o sistema de classificação de Raunkiaer (Braun-Blanquet, 1979) e, portanto, é capaz de formar grandes populações por crescimento do caule (estolões). Como a porcentagem de germinação dos esporos dessa espécie é baixa (Ranal, 1999), torna-se importante avaliar a contribuição da multiplicação vegetativa e da reprodução sexuada para o estabelecimento de novos indivíduos da espécie e formação de novas populações.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi acompanhar a fenologia de três populações de *Blechnum occidentale* ocorrente na mata de galeria da Estação Ecológica do Panga e avaliar o teor de nutrientes de folhas, rizoma e de amostras de solo junto às populações, nas estações seca e chuvosa, visando entender processos envolvidos no estabelecimento da espécie em condições naturais.

## 2. Material e métodos

O presente estudo foi realizado na mata de galeria da Estação Ecológica do Panga (Figura 1), situada no município de Uberlândia – MG, Brasil ( $19^{\circ}09'20''$ - $19^{\circ}11'10''$  Sul,  $48^{\circ}23'20''$ - $48^{\circ}24'35''$  Oeste, cerca de 800m de altitude). A área da Estação é de 409,5 hectares e apresenta várias fisionomias do bioma Cerrado, incluindo formações florestais como o cerradão, a mata seca semidecídua e a mata de galeria, formações savânicas como o cerrado sentido restrito e as veredas e formações campestres como o campo sujo e o campo limpo úmido (Schiavini & Araújo, 1989; Ribeiro & Walter, 1998).

A região é caracterizada pelo tipo climático Aw, segundo o sistema de classificação de Koeppen, com verão chuvoso de outubro a março e inverno seco de abril a setembro (Rosa *et al.*, 1991).

Os dados fenológicos foram coletados mensalmente, num período de 13 meses (outubro/2000 a outubro/2001), em 56 parcelas de 30 x 30 cm, sendo 18 ( $0,16 \text{ m}^2$ ) demarcadas na borda ensolarada da mata, 18 parcelas ( $0,16 \text{ m}^2$ ) na borda sombreada da mata e 20 ( $0,18 \text{ m}^2$ ) no interior da mesma. Em cada uma das parcelas os números de folhas férteis, folhas estéreis (coriáceas, verde escuras), folhas jovens totalmente expandidas (papiáceas, verde claras ou avermelhadas) e em expansão (com algum segmento ainda enrolado), bem como o número de báculos foram registrados. Além de fazer a contagem dos báculos, estes foram marcados para que o tempo médio de vida das folhas fosse acompanhado.

Em maio de 2003 foram contadas, em uma área de  $4,8 \text{ m}^2$  ( $2,4 \text{ m}^2$  na borda ensolarada da mata e  $2,4 \text{ m}^2$  na borda sombreada da mata), todas as folhas para que a porcentagem de folhas férteis em relação às estéreis fosse calculada.

Análises do teor de macro e micronutrientes de folha, rizoma e solo foram feitas a partir de coletas realizadas nas estações seca (setembro/2000) e chuvosa (dezembro/2001).



Em função do tamanho reduzido das populações, foi coletada apenas uma amostra de folhas e rizomas para cada um dos microambientes. A lâmina foliar e o rizoma foram coletados em sacos plásticos, lavados em água destilada e secos a 70 °C, antes de serem processados para análise no Laboratório de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, de acordo com a metodologia preconizada pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Miyazawa *et al.*, 1999).

A coleta do solo, feita de 0-10cm de profundidade, incluiu na primeira coleta (setembro/2000), seis amostras da borda ensolarada da mata, três da borda sombreada e cinco do interior da mata. Em dezembro/2001 foram coletadas cinco amostras de cada microambiente. As amostras foram secas ao ar antes da análise, realizada no Laboratório de Solos do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, de acordo com a metodologia preconizada pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Silva *et al.*, 1999).

Dados de pluviosidade foram obtidos no Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Uberlândia.

Os dados coletados foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade (Levene e Bartlett) e posteriormente a testes paramétricos (ANOVA e Tukey) ou não-paramétricos (Kruskal-Wallis e Wilcoxon-Mann-Whitney). As comparações entre os diferentes meses foi feita pelos intervalos de confiança das médias.

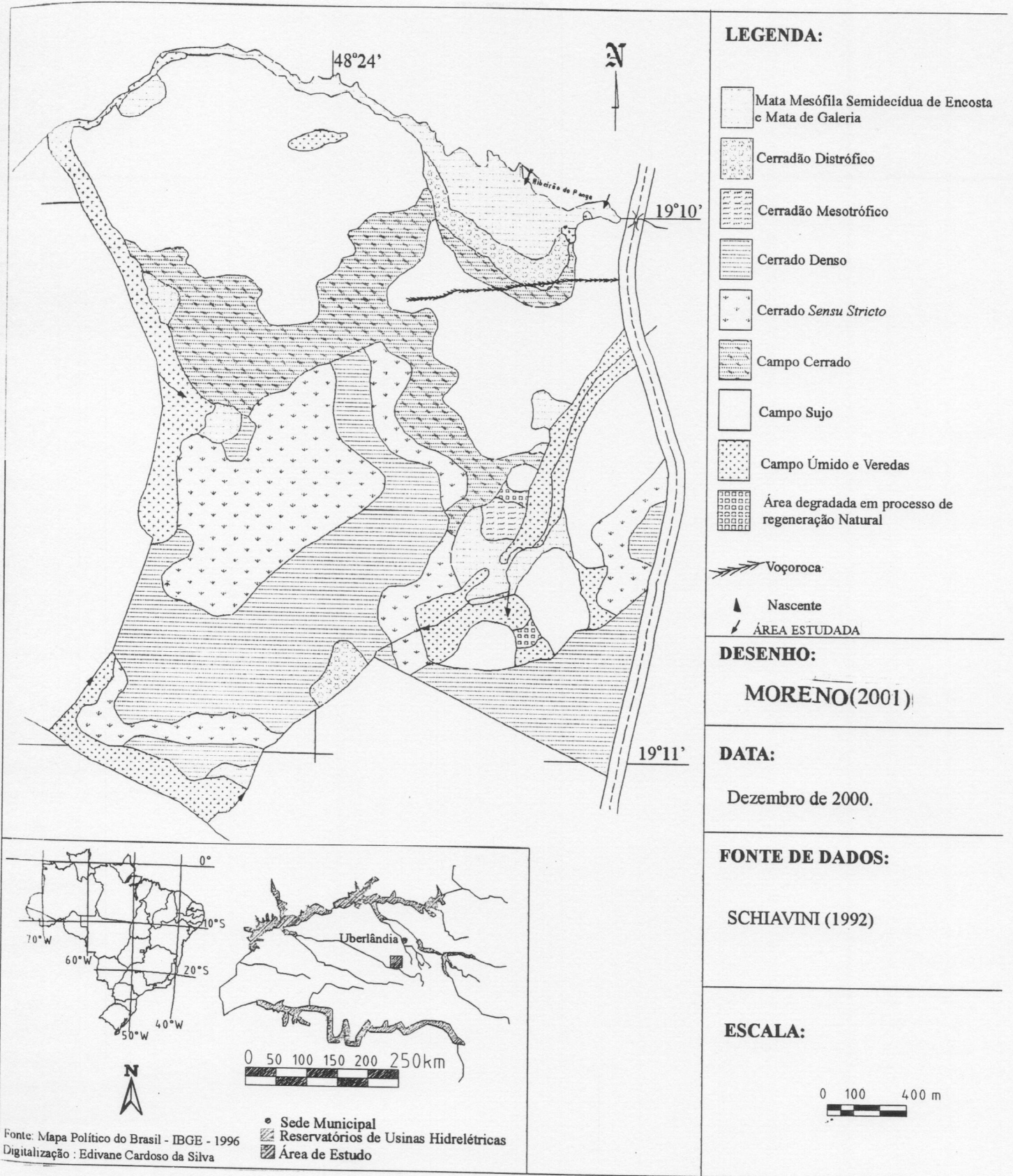


Figura1. Mapa da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia - MG

### 3. Resultados

#### 3.1 Fenologia, proporção de folhas férteis e estéreis e tempo médio de vida das folhas de *Blechnum occidentale*

A produção de báculos foi observada durante todo o período de coleta de dados, sendo os maiores números médios registrados na borda ensolarada e sombreada da mata (Tabela 1, Figura 2). Na borda ensolarada da mata e no seu interior houve aumento significativo do número de báculos de junho/2001 a setembro/2001, em comparação com março/2000; em contrapartida, não foi detectada diferença significativa entre os meses na borda sombreada da mata (Tabela 1, Figura 2). No início da estação chuvosa do ano de 2000 (outubro), houve expansão significativamente maior de folhas na borda ensolarada da mata do que no interior (Tabela 2).

Nos meses de junho a agosto, auge da seca, não houve produção de folhas novas (Tabela 2). É importante destacar que a precipitação de junho a agosto foi de 1,3 mm, zero mm e 27,5 mm, respectivamente; estando estes entre os valores mais baixos do período estudado (Figura 3). O registro de folhas em expansão e totalmente expandidas foi significativamente maior nos meses da estação chuvosa, em comparação com os meses da estação seca, nos três microambientes estudados (Figura 4). De maneira geral, no final da estação seca e início da chuvosa (setembro/2001 e outubro/2001) houve aumento significativo de folhas jovens (Figura 4).

Os maiores números médios de folhas estéreis foram registrados para a borda ensolarada da mata, ao longo de quase todo o período de observações (Tabela 3). Os registros de folhas estéreis foram significativamente maiores no final da estação chuvosa (fevereiro/2001, março/2001 e abril/2001), em relação à estação seca e início da estação

chuvosa, na borda da mata (Figura 5). No interior, a maior produção ocorreu ao longo da estação chuvosa (Figura 5).

A produção de folhas férteis na borda ensolarada da mata foi muito baixa e heterogênea entre as parcelas, não sendo registradas diferenças significativas entre os três microambientes (Tabela 4) e entre os meses de coleta de dados (Figura 6). Na borda sombreada da mata e no seu interior a maior produção de folhas férteis ocorreu na estação chuvosa (Figura 6).

De um total de 481 folhas, contadas e observadas em maio de 2003 em uma área de 4,8m<sup>2</sup>, 97,09% (467 folhas) eram estéreis e 2,91% (14 folhas) férteis. Na borda ensolarada da mata foram contadas 393 folhas estéreis e 13 folhas férteis (área de 2,4m<sup>2</sup>) e na borda sombreada da mata 74 folhas estéreis e apenas 1 folha fértil (área de 2,4m<sup>2</sup>).

O tempo médio de vida de 71 folhas estéreis, acompanhadas da fenofase báculo até a morte da folha, foi de 5,22 meses (156,51 dias); o de 51 folhas estéreis, acompanhadas da fenofase de folhas totalmente expandidas até a sua morte, foi de 3,84 meses (115,28 dias) e o tempo médio que 48 báculos levaram para se expandir totalmente foi de 1,64 meses (49,06 dias) (Tabela 5).

Com relação ao tempo médio de vida das folhas férteis, apenas 10 folhas imaturas (seis na borda ensolarada e quatro na borda sombreada da mata) foram acompanhadas até a sua morte, e seu tempo médio de vida foi de 7,23 meses (216,9 dias).

**Tabela 1.** Número de báculos (média  $\pm$  desvio padrão) de *Blechnum occidentale*, registrado de outubro/2000 a outubro/2001 em 0,504 m<sup>2</sup>, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.

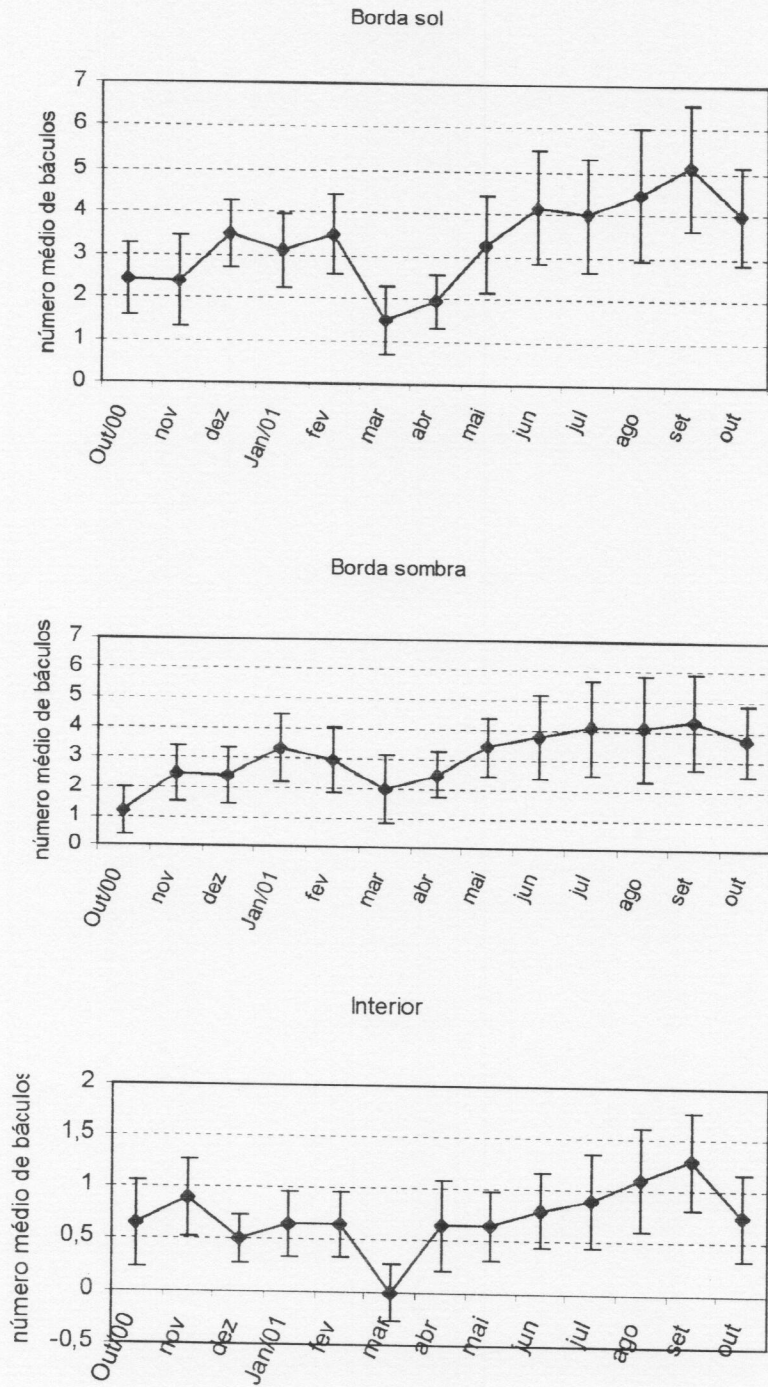
Mês/Ano	Borda Sol	Borda Sombra	Interior	Análise Estatística		
				<i>W</i>	<i>F</i>	<i>H</i>
Outubro/2000	2,44 $\pm$ 1,69a	1,22 $\pm$ 1,63b	0,65 $\pm$ 0,88b	0,84	3,64	14,70**
Novembro/2000	2,38 $\pm$ 2,15a	2,44 $\pm$ 1,88a	0,9 $\pm$ 0,79b	0,93	5,68	13,30**
Dezembro/2000	3,5 $\pm$ 1,62a	2,39 $\pm$ 1,82a	0,5 $\pm$ 0,51b	0,94	6,88	27,12**
Janeiro/2001	3,11 $\pm$ 1,74a	3,33 $\pm$ 2,25a	0,65 $\pm$ 0,67b	0,77	8,07	27,41**
Fevereiro/2001	3,5 $\pm$ 1,89a	2,94 $\pm$ 2,21a	0,65 $\pm$ 0,67b	0,91	6,12	28,30**
Março/2001	1,5 $\pm$ 1,60a	2 $\pm$ 2,33a	0 $\pm$ 0,59b	0,89	8,26	13,22**
Abril/2001	1,94 $\pm$ 1,30a	2,5 $\pm$ 1,50a	0,65 $\pm$ 0,93b	0,93	2,06	17,42**
Mai/2001	3,28 $\pm$ 2,27a	3,44 $\pm$ 1,98a	0,65 $\pm$ 0,74b	<b>0,96</b>	9,16	25,05**
Junho/2001	4,17 $\pm$ 2,66a	3,78 $\pm$ 2,84a	0,8 $\pm$ 0,77b	0,92	11,20	26,00**
Julho/2001	4 $\pm$ 2,68a	4,11 $\pm$ 3,14a	0,9 $\pm$ 0,97b	0,91	9,43	23,47**
Agosto/2001	4,5 $\pm$ 3,09a	4,11 $\pm$ 3,53a	1,1 $\pm$ 1,07b	0,92	5,85	18,36**
Setembro/2001	5,12 $\pm$ 2,98a	4,33 $\pm$ 3,27a	1,3 $\pm$ 1,03b	0,92	6,68	22,64**
Outubro/2001	4 $\pm$ 2,28a	3,72 $\pm$ 2,37a	0,75 $\pm$ 0,91b	<b>0,97</b>	6,65	26,19**

*W*: estatística do teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha = 0,05$ ); valores em negrito indicam normalidade da população;

*F*: estatística do teste de Levene ( $\alpha = 0,05$ ); valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias;

*H*: estatística do teste de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,05$ ); \* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade;

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ou Wilcoxon-Mann-Whitney a 5% de probabilidade.



**Figura 2.** Número médio de báculos de *Blechnum occidentale*, registrado de outubro/2000 a outubro/2001, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. As barras representam o intervalo de confiança das médias.

**Tabela 2.** Número de folhas jovens em expansão e totalmente expandidas (média  $\pm$  desvio padrão) de *Blechnum occidentale*, registrado de outubro/2000 a outubro/2001 em 0,504 m<sup>2</sup>, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.

Mês/Ano	Borda Sol	Borda Sombra	Interior	Análise Estatística		
				<i>W</i>	<i>F</i>	<i>H</i>
Outubro/2000	1,22 $\pm$ 1,56a	0,5 $\pm$ 0,51ab	0,2 $\pm$ 0,52b	0,76	7,07	9,56**
	0,94 $\pm$ 0,80a	0,11 $\pm$ 0,47b	0,1 $\pm$ 0,31b	0,74	7,75	20,98**
Novembro/2000	1,33 $\pm$ 1,75a	0,61 $\pm$ 0,98ab	0,2 $\pm$ 0,41b	0,78	6,29	8,45*
	1,56 $\pm$ 1,62a	0,78 $\pm$ 0,88ab	0,1 $\pm$ 0,31b	0,89	19,51	15,24**
Dezembro/2000	0,83 $\pm$ 1,20a	0,28 $\pm$ 0,57a	0,05 $\pm$ 0,22a	0,78	14,42	8,79*
	0,72 $\pm$ 0,89a	0,17 $\pm$ 0,38a	0,45 $\pm$ 0,76a	0,83	5,25	5,08
Janeiro/2001	0,61 $\pm$ 0,78a	0,17 $\pm$ 0,38a	0,2 $\pm$ 0,52a	0,77	7,52	5,71
	0,06 $\pm$ 0,24a	0,17 $\pm$ 0,38a	0,15 $\pm$ 0,37a	0,50	2,74	1,17
Fevereiro/2001	1,17 $\pm$ 1,29a	0,17 $\pm$ 0,38b	0,1 $\pm$ 0,31b	0,75	17	15,43**
	1 $\pm$ 1,24a	0,39 $\pm$ 0,78a	0,2 $\pm$ 0,41a	0,76	2,53	8,71*
Março/2001	0,33 $\pm$ 0,68a	0 $\pm$ 0a	0,05 $\pm$ 0,22a	0,59	--	6,09*
	0,61 $\pm$ 0,78a	0,06 $\pm$ 0,24a	0,15 $\pm$ 0,37a	0,80	21,38	9,40**
Abril/2001	0,5 $\pm$ 0,86a	0 $\pm$ 0a	0,1 $\pm$ 0,31a	0,69	--	8,71*
	0,39 $\pm$ 0,70a	0,33 $\pm$ 1,15a	0,05 $\pm$ 0,22a	0,05	3,77	4,14
Maio/2001	0,11 $\pm$ 0,32a	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,38	--	4,3
	0,06 $\pm$ 0,24a	0 $\pm$ 0a	0,05 $\pm$ 0,22a	0,28	--	0,97
Junho/2001	-	-	-	--	--	--
Julho/2001	-	-	-	--	--	--
Agosto/2001	-	-	-	--	--	--
Setembro/2001	1,18 $\pm$ 1,07a	1 $\pm$ 0,77a	0,2 $\pm$ 0,41b	0,87	4,63	14,68**
	0,24 $\pm$ 0,75a	0,11 $\pm$ 0,32a	0 $\pm$ 0a	0,45	--	2,43
Outubro/2001	0,78 $\pm$ 1,00a	0,17 $\pm$ 0,38a	0,25 $\pm$ 0,44a	0,84	16,64	5,16
	1,22 $\pm$ 1,26a	0,5 $\pm$ 0,86a	0,4 $\pm$ 0,50a	0,83	3,91	6,60*

*W*: estatística do teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam normalidade da população;

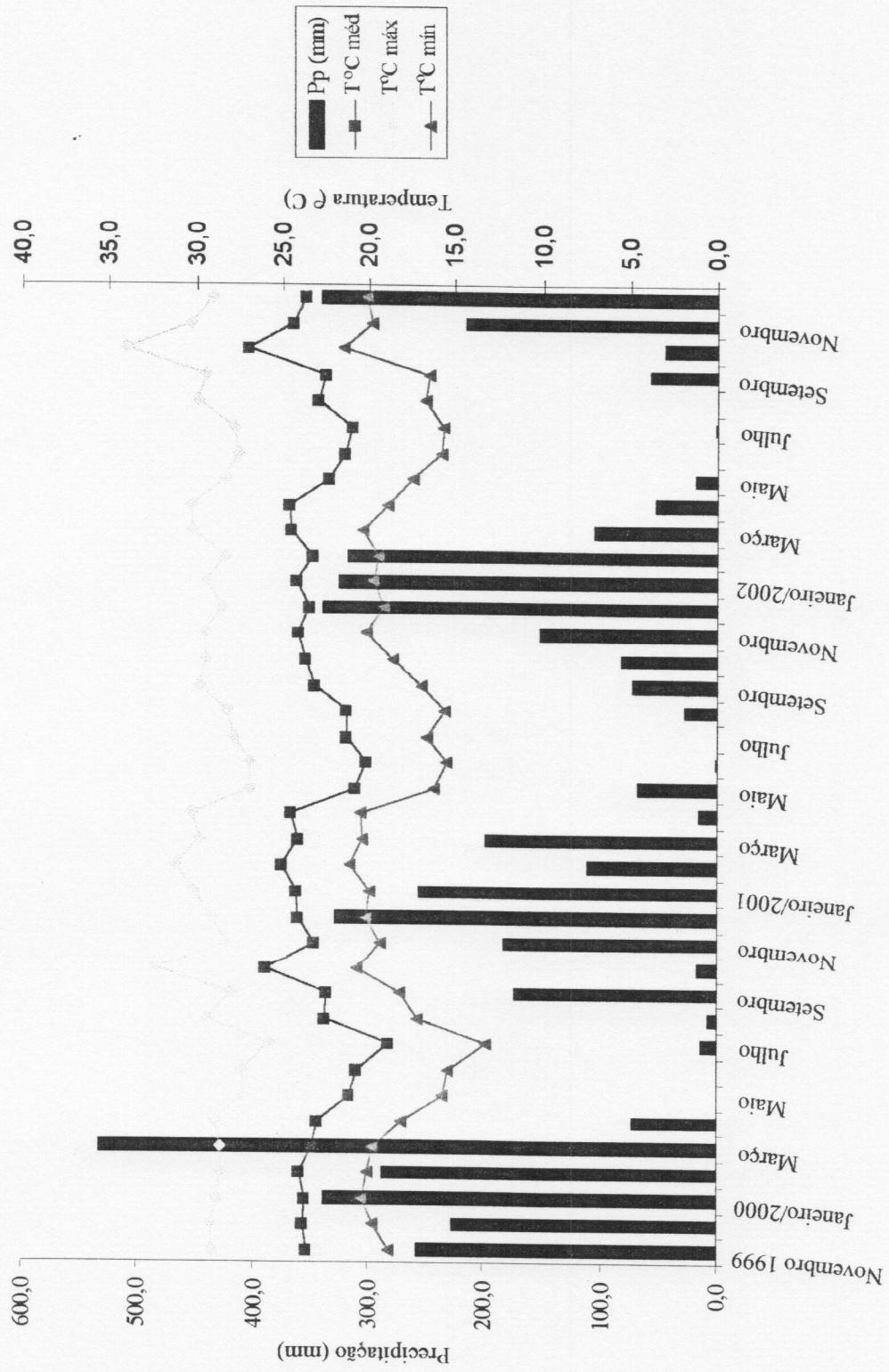
*F*: estatística do teste de Levene ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias;

*H*: estatística do teste de Kruskal-Wallis ( $\alpha=0,05$ ); \* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade;

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ou Wilcoxon - Mann - Whitney a 5% de probabilidade.

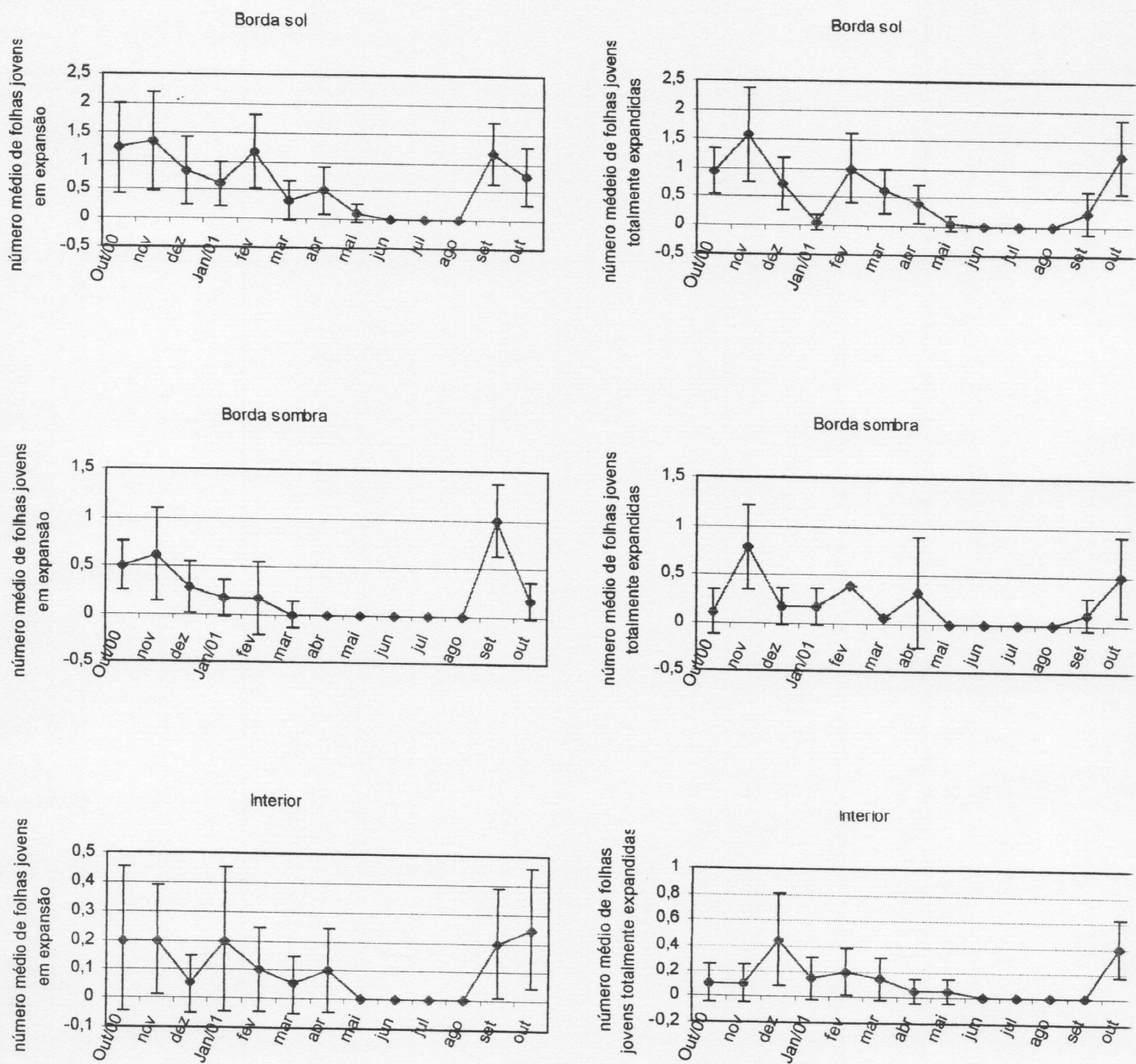
Em cada mês, os valores da primeira linha referem-se à categoria de folha jovem em expansão, e os valores da segunda linha referem-se à categoria de folha jovem totalmente expandida.

-- Teste não realizado.



**Figura 3.** Dados de temperatura e pluviiosidade, de novembro/1999 a dezembro/2002, obtidos pelo Laboratório de Climatologia da Universidade Federal de Uberlândia.





**Figura 4.** Número médio de folhas jovens em expansão e totalmente expandidas de *Blechnum occidentale*, registrado de outubro/2000 a outubro/2001, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. As barras apresentam o intervalo de confiança das médias.

**Tabela 3.** Número de folhas estéreis (média  $\pm$  desvio padrão) de *Blechnum occidentale*, registrado de outubro/2000 a outubro/2001 em 0,504 m<sup>2</sup>, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.

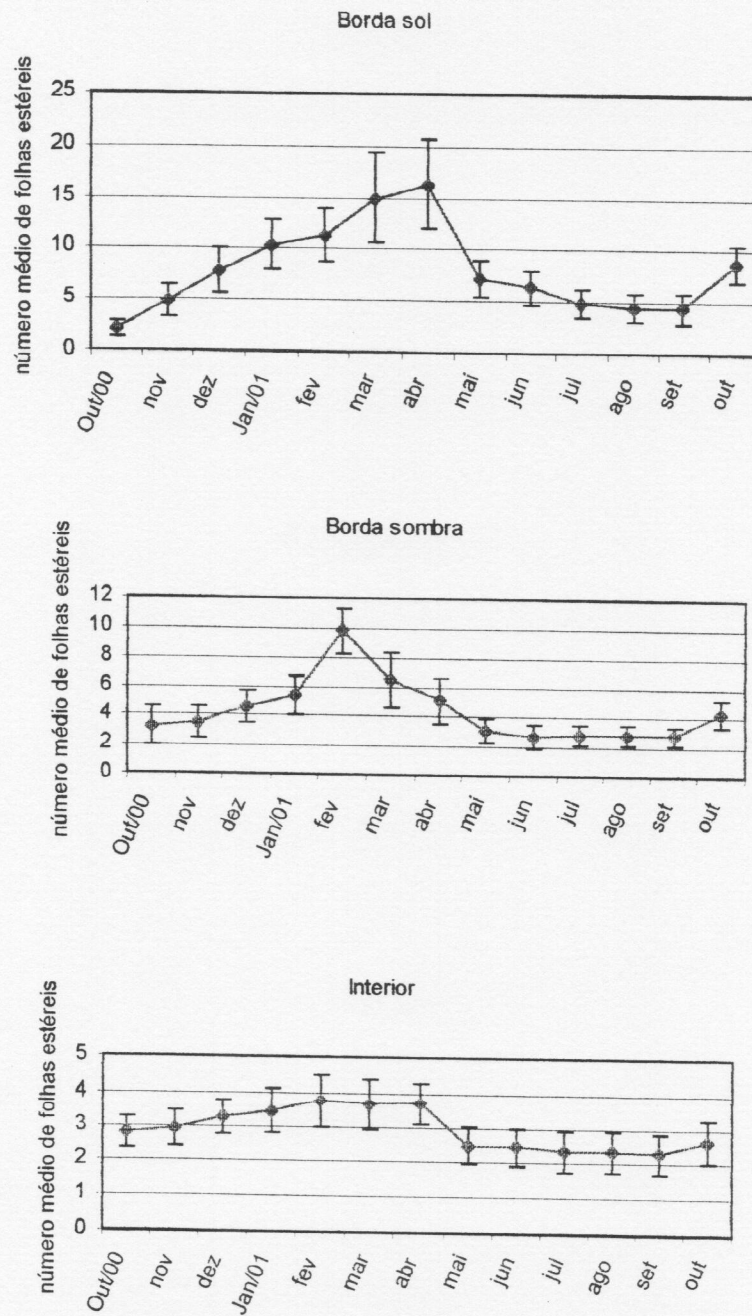
Mês/Ano	Borda Sol	Borda Sombra	Interior	Análise Estatística		
				<i>W</i>	<i>F</i>	<i>H</i>
Outubro/2000	2,17 $\pm$ 1,62a	3,28 $\pm$ 2,49a	2,8 $\pm$ 0,95a	0,82	2,74	3,77
Novembro/2000	4,89 $\pm$ 3,01a	3,56 $\pm$ 2,15a	2,9 $\pm$ 1,07a	<b>0,97</b>	11,44	4,40
Dezembro/2000	7,83 $\pm$ 4,58a	4,56 $\pm$ 2,15a	3,25 $\pm$ 1,07ab	0,94	11,57	15,04**
Janeiro/2001	10,28 $\pm$ 4,88a	5,39 $\pm$ 2,66b	3,45 $\pm$ 1,32b	<b>0,96</b>	10,67	24,43**
Fevereiro/2001	11,33 $\pm$ 5,11a	9,78 $\pm$ 3,13b	3,75 $\pm$ 1,62b	0,96	9,35	23,66**
Março/2001	14,94 $\pm$ 8,77a	6,44 $\pm$ 3,74b	3,65 $\pm$ 1,50b	0,94	15,14	21,71**
Abril/2001	16,33 $\pm$ 8,77a	5,06 $\pm$ 3,24b	3,7 $\pm$ 1,26b	0,92	14,88	23,41**
Mai/2001	7,17 $\pm$ 3,54a	3,11 $\pm$ 1,60b	2,5 $\pm$ 1,15b	<b>0,95</b>	8,68	20,77**
Junho/2001	6,83 $\pm$ 3,29a	2,72 $\pm$ 1,64b	2,45 $\pm$ 1,10b	<b>0,96</b>	7,78	20,22**
Julho/2001	4,78 $\pm$ 2,73a	2,83 $\pm$ 1,29ab	2,35 $\pm$ 1,27b	0,94	4,39	11,03**
Agosto/2001	4,39 $\pm$ 2,75a	2,83 $\pm$ 1,29ab	2,35 $\pm$ 1,27b	<b>0,97</b>	7,18	7,40*
Setembro/2001	4,41 $\pm$ 2,83a	2,78 $\pm$ 1,16ab	2,3 $\pm$ 1,26b	<b>0,97</b>	7,28	7,74*
Outubro/2001	8,67 $\pm$ 3,58a	4,33 $\pm$ 1,91b	2,65 $\pm$ 1,35b	<b>0,97</b>	10,78	30,09**

*W*: estatística do teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam normalidade da população;

*F*: estatística do teste de Levene ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias;

*H*: estatística do teste de Kruskal-Wallis ( $\alpha=0,05$ ); \* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade;

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ou Wilcoxon - Mann - Whitney a 5% de probabilidade.



**Figura 5.** Número médio de folhas estéreis de *Blechnum occidentale*, registrado de outubro/2000 a outubro/2001, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. As barras apresentam o intervalo de confiança das médias.

**Tabela 4.** Número de folhas férteis (média  $\pm$  desvio padrão) de *Blechnum occidentale*, registrado de outubro/2000 a outubro/2001 em 0,504 m<sup>2</sup>, para três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG.

Mês/Ano	Borda Sol	Borda Sombra	Interior	Análise Estatística		
				<i>W</i>	<i>F</i>	<i>H</i>
Outubro/2000	0	0	0	--	--	--
Novembro/2000	0,06 $\pm$ 0,24a	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,25	--	2,11
Dezembro/2000	0,22 $\pm$ 0,65a	0,17 $\pm$ 0,38a	0 $\pm$ 0a	0,51	--	3,20
Janeiro/2001	0,22 $\pm$ 0,55a	0,17 $\pm$ 0,38a	0 $\pm$ 0a	0,58	--	3,66
Fevereiro/2001	0,39 $\pm$ 0,85a	0,17 $\pm$ 0,38a	0,05 $\pm$ 0,22a	0,63	8,77	2,57
Março/01	0,39 $\pm$ 0,92a	0,11 $\pm$ 0,32a	0,05 $\pm$ 0,22a	0,58	9,93	1,60
Abril/2001	0,17 $\pm$ 0,51a	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,37	--	4,30
Maió/2001	0,11 $\pm$ 0,32a	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,38	--	4,3
Junho/2001	0,17 $\pm$ 0,51a	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,37	--	4,30
Julho/2001	0,11 $\pm$ 0,32a	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,38	--	4,3
Agosto/2001	0,11 $\pm$ 0,32a	0 $\pm$ 0a	0 $\pm$ 0a	0,38	--	4,3
Setembro/2001	0	0	0	--	--	--
Outubro/2001	0,17 $\pm$ 0,38a	0,05 $\pm$ 0,38a	0 $\pm$ 0a	0,52	--	4,00

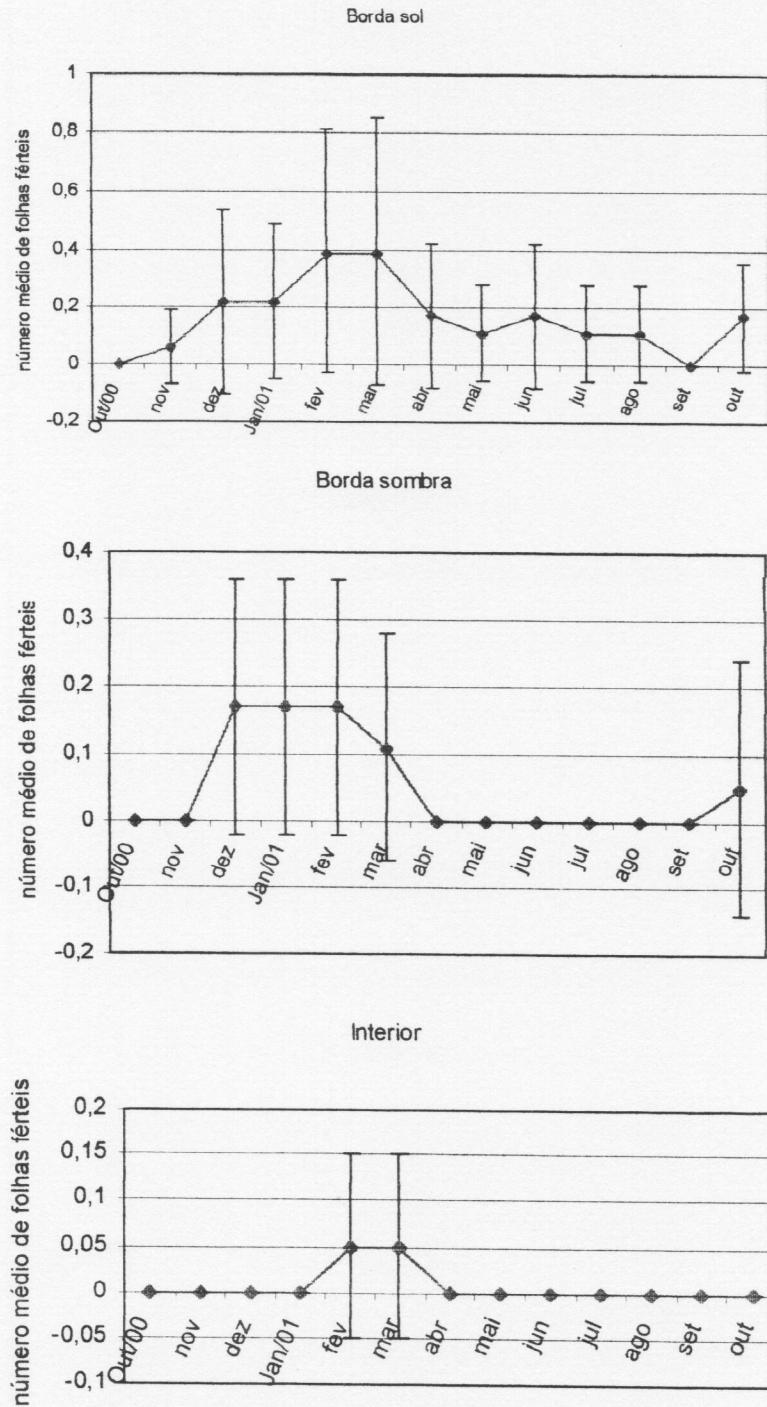
*F*: estatística do teste de Levene ( $\alpha = 0,05$ ); valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias;

*W*: estatística do teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha = 0,05$ ); valores em negrito indicam normalidade da população;

*H*: estatística do teste de Kruskal-Wallis ( $\alpha = 0,05$ ); \* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade;

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ou Wilcoxon a 5% de probabilidade.

-- Teste não realizado.



**Figura 6.** Número médio de folhas férteis de *Blechnum occidentale*, registrado de outubro/2000 a outubro/2001, para três microambientes da mata de galeria da na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG. As barras representam os intervalos de confiança das médias.

**Tabela 5.** Tempo de expansão de báculos e duração da folha de *Blechnum occidentale* (média  $\pm$  desvio padrão) em três microambientes da mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberândia-MG.

Microambiente	Tempo (dias)					
	Báculo		Folha <sup>1</sup>		Folha <sup>2</sup>	
<b>Borda Sol</b>	49,83 $\pm$ 27,40	(36)	155,02 $\pm$ 64,58	(49)	109,92 $\pm$ 61,20	(39)
<b>Borda Sombra</b>	50,1 $\pm$ 21,56	(10)	168,53 $\pm$ 74,37	(17)	140,1 $\pm$ 78,10	(10)
<b>Interior</b>	30 $\pm$ 0	(2)	130,2 $\pm$ 64,32	(5)	95,5 $\pm$ 27,58	(2)
<b>Média Geral</b>	49,06 $\pm$ 25,77	(48)	156,51 $\pm$ 66,68	(71)	115,28 $\pm$ 64,19	(51)

<sup>1</sup>Primeiro registro como báculo; <sup>2</sup>Primeiro registro como folha expandida; Tamanho da amostra entre parênteses.

### 3.2 Teor de minerais no solo e em *Blechnum occidentale*

As análises de macro e micronutrientes do solo junto às populações de *Blechnum occidentale* mostraram que os teores de boro e ferro aumentaram na estação chuvosa em relação à estação seca. Para os demais nutrientes não houve diferença (Tabelas 6 e 7). As análises do solo indicam ainda que alumínio, cobre, enxofre, ferro, fósforo e matéria orgânica são encontrados em quantidades significativamente maiores na borda da mata enquanto cálcio, magnésio, manganês, zinco, soma de bases e pH têm valores significativamente maiores no interior da mata (Tabelas 6 e 7).

A maioria dos nutrientes foi encontrada em maiores quantidades nas folhas do que nos rizomas, independente da época de coleta e do microambiente. Apenas Fe, Cu e Zn foram encontrados, algumas vezes, em maiores quantidades no rizoma (Tabela 8).

**Tabela 6.** Análise química do solo (média  $\pm$  desvio padrão) junto às populações de *Blechnum occidentale* ocorrentes na mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG. Coleta realizada em setembro/2000.

Análise Química	Borda		Interior		Análise Estatística			
	Solo	Sombra	Solo	Sombra	L	B	W	F
pH água	4,93 $\pm$ 0,18 b	4,80 $\pm$ 8,43 b	6,10 $\pm$ 0,22 a	3,74 $\pm$ 0,64	3,01	--	0,95	73,94**
P (mg dm <sup>-3</sup> )	4,53 $\pm$ 1,10	3,83 $\pm$ 0,83	3,74 $\pm$ 0,64	54,20 $\pm$ 12,74	1,48	--	0,95	1,21
K (mg dm <sup>-3</sup> )	42,83 $\pm$ 7,57	35,67 $\pm$ 7,09	54,20 $\pm$ 12,74	0 $\pm$ 0 b	1,22	--	0,95	3,77
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,37 $\pm$ 0,12 a	1,50 $\pm$ 0,20 a	0 $\pm$ 0 b	1,76 $\pm$ 0,47 a	--	--	0,92	230,86**
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,20 $\pm$ 3,33 b	0,20 $\pm$ 0,10 ab	1,76 $\pm$ 0,47 a	0,80 $\pm$ 0,19 a	3,72	--	0,73	--
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,15 $\pm$ 0,08 b	0,13 $\pm$ 0,06 b	0,80 $\pm$ 0,19 a	0,13 $\pm$ 0,074	0,92	--	0,91	41,84**
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,20 $\pm$ 0,06	0,25 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,074	0,66 $\pm$ 0,05 b	1,90	--	0,91	3,87
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	1,13 $\pm$ 0,20 a	1,43 $\pm$ 0,35 a	0,66 $\pm$ 0,05 b	36,00 $\pm$ 15,05 c	4,61	7,50	0,98	--
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	53,50 $\pm$ 7,76 b	74,00 $\pm$ 6,08 a	36,00 $\pm$ 15,05 c	21,12 $\pm$ 5,72 a	6,14	2,56	0,94	11,78**
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	6,35 $\pm$ 1,27 b	5,00 $\pm$ 2,62 b	21,12 $\pm$ 5,72 a	1,22 $\pm$ 0,33 a	3,24	--	0,91	27,01**
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	0,47 $\pm$ 0,14 b	0,80 $\pm$ 0,30 b	1,22 $\pm$ 0,33 a	2,00 $\pm$ 0,71 b	0,88	--	0,96	11,80**
S (mg dm <sup>-3</sup> )	4,00 $\pm$ 1,67 a	3,33 $\pm$ 0,58 ab	2,00 $\pm$ 0,71 b	1,66 $\pm$ 0,32 b	0,69	--	0,87	--
MO (dag kg <sup>-1</sup> )	2,82 $\pm$ 0,36 a	2,90 $\pm$ 0,61 a	1,66 $\pm$ 0,32 b	2,70 $\pm$ 0,40 a	1,93	--	0,92	13,67**
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,43 $\pm$ 0,12 b	0,43 $\pm$ 0,25 b	2,70 $\pm$ 0,40 a		4,23	4,96	0,98	108,13**

SB: soma de bases

MO: matéria orgânica

L: estatística do teste de Levene ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias;

B: estatística do teste de Bartlett ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias;

W: estatística do teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam normalidade da população;

F: estatística da análise da variância paramétrica (valores da distribuição de Snedecor);

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

H: estatística do teste de Kruskal-Wallis ( $\alpha=0,05$ );

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ou Wilcoxon-Mann Whitney a 5% de probabilidade. Para

algumas características a variância foi igual a zero e, portanto, o teste não foi realizado.

-- Teste não realizado.



**Tabela 7.** Análise química do solo (média  $\pm$  desvio padrão) junto a populações de *Blechnum occidentale* ocorrentes na mata de galeria da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia-MG. Coleta realizada em dezembro/2001.

	Análise Química Solo		Interior		Análise Estatística				
	Borda Sol	Borda Sombra			L	B	W	F	L
pH água									
P (mg dm <sup>-3</sup> )	5,02 $\pm$ 0,37 b	4,62 $\pm$ 0,19 b	5,64 $\pm$ 0,29 a		1,61	--	0,97	15,42**	--
K (mg dm <sup>-3</sup> )	6,62 $\pm$ 4,71 a	4,66 $\pm$ 1,55 a	1,94 $\pm$ 1,11 b		19,90	8,14	0,94	--	7,6
Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	41,40 $\pm$ 11,97	49,00 $\pm$ 11,53	76,80 $\pm$ 37,96		4,01	6,92	0,94	--	3,2
Ca (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,60 $\pm$ 0,46 ab	1,32 $\pm$ 0,33 a	0,04 $\pm$ 0,05 b		5,25	10,49	0,97	--	9,9
Mg (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,30 $\pm$ 0,20 b	0,32 $\pm$ 0,22 b	1,14 $\pm$ 0,63 a		1,67	--	0,87	--	8,9
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,18 $\pm$ 0,15 b	0,16 $\pm$ 0,05 b	0,44 $\pm$ 0,21 a		3,31	--	0,96	5,38*	--
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	0,90 $\pm$ 0,14	1,42 $\pm$ 0,64	0,84 $\pm$ 0,44		3,30	--	0,94	2,42	--
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	0,90 $\pm$ 0,10 a	1,06 $\pm$ 0,13 a	0,62 $\pm$ 0,22 b		2,84	--	0,92	9,92**	--
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	131,00 $\pm$ 39,59 b	172,00 $\pm$ 17,89 a	110,00 $\pm$ 20,92 b		4,08	2,71	0,94	6,42*	--
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	9,14 $\pm$ 2,78 b	15,64 $\pm$ 11,88 ab	47,90 $\pm$ 21,26 a		7,47	10,06	0,99	--	8,3
S (mg dm <sup>-3</sup> )	0,50 $\pm$ 0,10 b	0,78 $\pm$ 0,37 ab	1,32 $\pm$ 0,63 a		2,06	--	0,82	--	8,9
MO (dag kg <sup>-1</sup> )	1,60 $\pm$ 0,55	2,20 $\pm$ 1,79	1,00 $\pm$ 0		--	--	0,91	1,54	--
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,28 $\pm$ 1,01	4,00 $\pm$ 0,68	3,06 $\pm$ 1,18		1,65	--	0,95	1,27	--
	0,58 $\pm$ 0,36 b	0,58 $\pm$ 0,28 b	1,78 $\pm$ 0,85 a		2,37	--	0,93	7,78**	--

MO: matéria orgânica

SB: soma de bases

L: estatística do teste de Levene ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias;

B: estatística do teste de Bartlett ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam homogeneidade entre as variâncias;

W: estatística do teste de Shapiro-Wilk ( $\alpha=0,05$ ); valores em negrito indicam normalidade da população;

F: estatística da análise da variância paramétrica (valores da distribuição de Snedecor);

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

H: estatística do teste de Kruskal-Wallis ( $\alpha=0,05$ );

\* significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey ou Wilcoxon-Mann Whitney a 5% de probabilidade. Para algumas características a variância foi igual a zero e, portanto, o teste não foi realizado.

-- Teste não realizado.

**Tabela 8.** Análise química de folhas e rizoma de *Blechnum occidentale* ocorrente na Estação Ecológica do Panga, Uberlândia – MG.

<b>Borda ensolarada da mata</b>				
<b>Nutriente (mgkg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Set/2000</b>		<b>Dez/2001</b>	
	<b>Folha</b>	<b>Rizoma</b>	<b>Folha</b>	<b>Rizoma</b>
N	15000	6600	12200	6600
P	1400	500	700	600
K	28500	14500	23000	13500
Ca	4100	2700	4400	2100
Mg	3000	1500	2600	1500
S	400	200	800	400
B	108	64	48	24
Cu	5	2	4	3
Fe	549	462	289	404
Mn	309	69	101	40
Zn	19	21	15	24
<b>Borda sombreada da mata</b>				
N	15000	8000	14600	7300
P	15200	900	1200	800
K	27000	13000	24000	12500
Ca	3800	3800	4200	1600
Mg	2700	1100	2800	900
S	800	200	600	400
B	124	44	52	22
Cu	7	1	4	3
Fe	266	785	260	365
Mn	257	168	206	55
Zn	19	30	19	26
<b>Interior da mata</b>				
N	13200	7000	14300	8000
P	1000	800	900	500
K	22500	12000	27000	10000
Ca	9100	2500	6200	3900
Mg	3900	900	2700	2400
S	500	300	900	500
B	139	0	43	28
Cu	4	12	5	28
Fe	458	952	556	600
Mn	108	98	64	51
Zn	31	106	42	27

#### 4. Discussão

##### 4.1 Fenologia, proporção de folhas férteis e estéreis e tempo médio de vida das folhas de *Blechnum occidentale*

O número de báculos aumentou gradualmente durante a estação seca, em função da água residual do solo e da baixa umidade relativa do ar que dificultou a expansão dos mesmos. À medida que as condições se tornaram favoráveis (estação chuvosa), ocorreu a sua expansão, acarretando diminuição no seu número e o conseqüente aumento no número de folhas jovens e estéreis. Tanto espécies terrestres como epífitas estudadas por Ranal (1995b) também produziram báculos durante os meses de inverno seco e a autora atribuiu essa produção à água residual acumulada nos substratos e à ocorrência de chuvas esporádicas durante o período seco. Comportamento semelhante foi observado para *Sphaeropteris senilis* ocorrente em floresta nublada da Cordilheira de la Costa, Venezuela (Ortega, 1984). Os báculos dessa espécie permanecem latentes na estação seca e iniciam sua expansão com a chegada das chuvas.

A máxima produção de folhas novas de *Blechnum occidentale* coincidiu com o período de alta pluviosidade, da mesma forma que o registrado para *Adiantopsis radiata*, *Microgramma lindbergii*, *M. squamulosa*, *Polypodium hirsutissimum*, *P. latipes*, *P. pleopeltifolium*, *P. polypodioides* e *Pteris denticulata*, ocorrentes em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo (Ranal, 1995b); para *Anemia villosa* H. B. Ex Willd., ocorrente na Pedra de São José em Vicência – PE (Silva, 1989); para *Alsophila salvinii* Hook. (Seiler, 1981) e para *Cyathea pubescens* Mett. ex Kuhn (Tanner, 1983).

No período de junho/2001 a agosto/2001, a ausência de registro de folhas novas nos três microambientes estudados, apesar da existência de báculos, pode ser atribuída aos baixos índices de pluviosidade. O baixo número médio de folhas estéreis registrado em

outubro de 2000, em contraste com o maior número encontrado no mesmo mês, em 2001, pode ter sido consequência da menor pluviosidade registrada em 2000, em relação a 2001.

Os maiores números médios de folhas foram registrados no final da estação chuvosa e início da estação seca. O mesmo foi verificado para *Sphaeropteris senilis*, espécie arborescente endêmica da Venezuela (Ortega, 1984), para *Lygodium volubile* ocorrente na mata de Dois Irmãos em Recife (Dias Filha, 1989); para *Adiantum petiolatum*, *Dryopteris dentata*, *Polystichum denticulatum*, *Tectaria incisa* e *Blechnum glandulosum* da mata ciliar dos municípios de Ipeúna – SP e Moji-Guaçu – SP (Pereira-Noronha, 1989); para *Adiantopsis radiata*, *Microgramma lindbergii*, *M. squamulosa*, *Polypodium hirsutissimum*, *P. latipes*, *P. pleopeltifolium*, *P. polypodioides*, e *Pteris denticulata*, ocorrentes em mata mesófila semidecídua do Estado de São Paulo (Ranal, 1995b). Em contraste, Mehlreter & Palacios-Rios (2003) não verificaram correlação significativa entre a produção de folhas e a precipitação para *Acrostichum danaeifolium* Langsd. et Fisch., ocorrente em mangue (La Mancha, México). Para os autores, a disponibilidade de água no solo do mangue, durante o ano todo, permitiu uma produção de folhas relativamente constante.

Kornás (1977, 1985) detectou vários ritmos sazonais para a flora pteridofítica de Zâmbia (África) e os relacionou com a falta de água no prolongado período seco desse ambiente. Oliveira (1998) destaca que árvores e arbustos de cerrado no Brasil podem ter brotação continuada (ou prolongada), com produção e troca de folhas ocorrendo em diferentes épocas do ano como *Vochysia thyrsoidea* (Pohl) Warm. e *Emmotum nitens* Miers ou podem ser brevidecíduas, apresentando troca de folhas concentrada no final da estação seca, precedida ou acompanhada por caducifolia, como *Dalbergia miscolobium* Benth.

A grande quantidade de folhas estéreis em relação à pequena quantidade de folhas férteis na população de *Blechnum occidentale* sugere que o crescimento do rizoma constitui a principal forma de propagação da espécie. Pereira-Noronha (1989) descreve que espécies de pteridófitas ocorrentes em ambientes sujeitos a inundações periódicas, como as matas de galeria, apresentam os esporófitos com eficientes mecanismos de propagação vegetativa.

O número de folhas férteis registrado para a borda sombreada da mata foi muito menor do que o número de folhas férteis registrado na borda ensolarada da mata. Isso pode ser decorrente da maior disponibilidade de luz solar nesse ambiente. É possível que a produção de esporos em *Blechnum occidentale* dependa da exposição à luz e do fotoperíodo. O mesmo foi verificado por Ranal (1995b), para *Polypodium latipes*, cujas folhas permaneceram estéreis, em mata fechada onde recebiam menor intensidade e menos horas de luz e tornaram-se férteis em uma mancha de cerrado inserida na mata e nos trechos mais abertos da mesma.

Segundo Simán & Sheffield (2002), a fertilidade em pteridófitas pode ser determinada pela interação entre fatores como exposição à luz, temperatura e estado nutricional da planta. Esses autores discorrem sobre a importância da radiação fotossinteticamente ativa e da duração da exposição à luz para determinar a fertilidade das plantas. Wardlaw & Sharma (1963) indicaram que existe uma correlação positiva entre a fotossíntese ativa (e/ou percepção do fotoperíodo), nas folhas expandidas, e o desenvolvimento de soros nas próximas folhas produzidas por *Dryopteris austriaca* (Jacq.) Woy. ex Schinz & Thell. Harvey & Caponetti (1972), em contrapartida, demonstraram que aumentando-se as intensidades luminosas sobre *Osmunda cinnamomea* L. ocorre inibição na diferenciação do esporófilo. Experimentos conduzidos por Wynn et al. (2000)

indicaram que a esporogênese é maior para clones expostos a altos níveis de radiação do que para aqueles expostos a baixos níveis de radiação.

Steeves (1959) comparou a incidência de fertilidade entre *Osmunda cinnamomea* em florestas fechadas e áreas abertas e verificou maior incidência nas plantas de locais abertos. Conway (1957), Dring (1965) e Page (1976) verificaram a mesma situação para *Pteridium*. À medida em que o ambiente tornava-se mais sombreado, havia decréscimo gradual na fertilidade, bem como no crescimento vegetativo. Esses resultados mostram que a resposta à luz depende da espécie analisada.

A temperatura também desempenha papel importante na fase reprodutiva, como mostrou Labouriau (1958) para *Osmunda claytoniana*. A formação do esporângio na espécie foi estimulada pela exposição das plantas a 26<sup>o</sup>C e inibidas por temperaturas mais baixas.

Nesse contexto, a situação de uma grande população na borda ensolarada da mata, seguida pela diminuição de indivíduos na borda sombreada e no interior pode ser explicada pela diminuição da intensidade luminosa nos dois últimos ambientes, limitando o aparecimento de folhas férteis e diminuindo a eficiência do crescimento vegetativo. Como a maior produção de folhas ocorre na borda da mata, pode-se considerar *Blechnum occidentale* como uma espécie heliófila.

Folhas férteis de *Blechnum occidentale*, liberando esporos, foram encontradas durante as estações seca e chuvosa na borda ensolarada da mata. O maior número de folhas férteis registrado foi no final do período chuvoso, da mesma forma que o registrado para as espécies estudadas por Ranal (1995b).

A liberação contínua de esporos de *Blechnum occidentale*, embora em pequena quantidade, permite supor que a germinação possa ocorrer de duas maneiras, de acordo com a época de sua liberação. A germinação pode ocorrer logo após a liberação, quando

esta ocorre no final da estação seca ou durante a estação chuvosa. Por outro lado, esporos liberados durante a seca devem passar por um período de repouso antes da germinação. Para as espécies da mata mesófila semidecídua do Barreiro Rico, SP, Ranal (1995b) encontrou dois padrões quanto à liberação de esporos, o das espécies que os libera no período úmido (*Adiantopsis radiata*, *Microgramma lindbergii*, *M. squamulosa*, *Polypodium latipes* e *Pteris denticulata*) e o das espécies que o fazem durante o período seco (*Polypodium hirsutissimum*, *P. pleopeltifolium*, e *P. polypodioides*). Segundo a autora, os esporos das espécies do primeiro grupo podem germinar imediatamente ou passar por um período de repouso, germinando somente na próxima estação chuvosa. No caso do esporo germinar imediatamente após sua liberação, do meio para o final da estação chuvosa, o desenvolvimento do gametófito precisa ser bastante rápido para que este possa suportar a severidade da seca na forma laminar. Para *Acrostichum danaeifolium* a liberação de esporos é restrita à estação chuvosa, quando as condições são favoráveis à germinação (Mehlreter & Palacios – Rios, 2003).

A dispersão de esporos gradativa ao longo do tempo pode garantir o sucesso da germinação (Ranal, 1995b). Assim, *Blechnum occidentale*, apesar de produzir poucas folhas férteis, pode aproveitar os recursos oferecidos pelo ambiente mais eficientemente.

Tryon (1960) verificou não-sazonalidade na produção de folhas férteis para espécies de pteridófitas terrestres das florestas peruanas, assim como Moran (1986) para *Olfersia cervina* (L.) Kunze.

Para *Blechnum occidentale*, o tempo médio de vida das folhas férteis foi maior em relação às estéreis. Para *Acrostichum danaeifolium* o inverso foi observado; folhas férteis apresentaram menor tempo de vida (4,1 meses) do que as estéreis (7,7 meses) (Mehlreter & Palacios – Rios, 2003).

Coley & Aide (1991) verificaram tempos médios de vida para as folhas de três grupos de pteridófitas; 9,6 meses para folhas de espécies de florestas sazonalmente secas, 6,9 meses para espécies de florestas úmidas com boa iluminação e 32,2 meses para espécies de florestas úmidas sombreadas e mal iluminadas. O tempo de vida das folhas de *Blechnum occidentale* está mais próximo àquele registrado para espécies de florestas úmidas com boa iluminação, podendo a espécie ser agrupada nessa categoria, assim como *Acrostichum danaeifolium* que possui folhas com um tempo médio de vida de 7,7 meses (Mehlreter & Palacios – Rios, 2003) e *Sphaeropteris senilis* com um tempo médio de vida de 7,2 meses (Ortega, 1984).

Mehlreter & Palacios – Rios (2003) concluíram que o dimorfismo de folhas está associado a um período de vida mais curto para as folhas férteis e uma conseqüente sazonalidade para a fertilidade. Para esses autores, espécies monomórficas, como é o caso de *Blechnum occidentale*, podem ser não sazonais quanto à fertilidade devido à longa duração de suas folhas férteis. *Lomariopsis vestita* E. Fourn., *Maxonia apiifolia* (Sw.) C.Chr., *Polybotrya caudata* Kunze (Croat, 1978); *Anemia villosa* (Silva, 1989); *Danae wendlandii* Reichb. f. (Sharpe & Jernstedt, 1990); *Acrostichum danaeifolium* (Mehlreter & Palacios – Rios, 2003) são espécies dimórficas e sazonais quanto à fertilidade.



#### 4.2 Teor de minerais no solo e em *Blechnum occidentale*

Relacionando as variações de pH do solo e as fenofases de *Anemia villosa*, Silva (1989) constatou que o período de maior acidez do solo coincidiu com a ocasião de brotamento dos báculos. Essa informação permite supor que a acidez dos solos da borda da mata pode estar relacionada com o maior número de báculos e de folhas em geral (maiores populações) nesse microambiente.

De acordo com o critério estabelecido por Loveless (1961, 1962), os valores encontrados para o teor de fósforo (abaixo de 3000 mg Kg<sup>-1</sup>) podem indicar condição de esclerofilia para *Blechnum occidentale* e tolerância ao déficit hídrico. Resultado semelhante foi obtido para as oito espécies estudadas por Ranal (1995a), das quais o mais alto valor de fósforo foi registrado para o rizoma de *Microgramma lindbergii* (2563 mg Kg<sup>-1</sup>). *Dryopteris marginalis*, *Osmunda claytoniana* e *Polystichum acrostichoides* apresentaram 3000 mg Kg<sup>-1</sup> ou maiores teores de fósforo em seu tecidos, chegando até 4400 mg Kg<sup>-1</sup>; *Cystopteris bulbifera* G.Lawson, *Dennstaedtia punctilobula*, *Lycopodium clavatum*, *L. flabelliforme*, *L. obscurum*, *Pellaea atropurpurea* e *Thelypteris hexagonoptera* (Michx.) Weath. (= *Phegopteris hexagonoptera* Fée) apresentaram menos de 3000 mg Kg<sup>-1</sup> de fósforo, com valores entre 900 e 2800 mg Kg<sup>-1</sup> (Hou & Merkle, 1950).

As concentrações de potássio encontradas nos tecidos de *Blechnum occidentale* são mais altas do que o registrado para espécies de angiospermas analisadas por Haridasan & Araújo (1988) para cerradão de solo distrófico (1600 – 13200 mg Kg<sup>-1</sup>) e mesotrófico (3100 – 17200 mg Kg<sup>-1</sup>). Os valores também são mais altos do que o registrado por Bowen (1966) para angiospermas (14000 mg Kg<sup>-1</sup>) e se aproximam do registrado por Hou & Merkle (1950) para espécies de pteridófitas; 5900 mg Kg<sup>-1</sup> para *Lycopodium obscurum* e 33100 mg Kg<sup>-1</sup> para *Dennstaedtia punctilobula*. Ranal (1995a) registrou teores superiores ao máximo encontrado para o tecido foliar de *Blechnum occidentale*, em folhas de

*Microgramma squamulosa* (38278 mg Kg<sup>-1</sup>), *Microgramma lindbergii* (30953 mg Kg<sup>-1</sup>) e *Polypodium latipes* (32337 mg Kg<sup>-1</sup>). Valores registrados pela mesma autora para o rizoma de *Microgramma squamulosa* (31555 mg Kg<sup>-1</sup>), *Microgramma lindbergii* (17540 mg Kg<sup>-1</sup>) e *Polypodium latipes* (15206 mg Kg<sup>-1</sup>) também são superiores ao registrado para o rizoma de *Blechnum occidentale*. *Microgramma squamulosa* e *Microgramma lindbergii* são epífitas e ocorrem em substratos mais ricos em nutrientes em relação às terrestres. Os altos valores de potássio registrados para pteridófitas indicam que estas provavelmente sejam mais exigentes do que as angiospermas para este elemento (Ranal, 1995a).

Bowen (1966) encontrou 3200 mg Kg<sup>-1</sup> de magnésio para angiospermas, valor inferior ao registrado para *Blechnum occidentale* que apresentou em suas folhas 3900 mg Kg<sup>-1</sup> do elemento, da mesma maneira que *Polypodium latipes* (3764 mgKg<sup>-1</sup>) (Ranal, 1995a).

Segundo Hou & Merkle (1950), espécies calcícolas apresentam 1,57 a 2,27% de cálcio em relação à massa seca de seus tecidos e as calcífugas de 0,05 a 1,35%. De acordo com esse critério e com os resultados da análise química de folhas e rizoma, *Blechnum occidentale* pode ser considerada uma espécie calcífuga. Também são desse tipo *Adiantopsis radiata*, *Microgramma lindbergii*, *M. squamulosa*, *Polypodium hirsutissimum*, *P. latipes*, *P. pleopeltifolium*, *P. polypodioides* e *Pteris denticulata* estudadas por Ranal (1995a). O teor de cálcio do solo na borda ensolarada da mata de galeria do Ribeirão Panga é significativamente menor do que no interior, o que justifica a presença das maiores populações da espécie no primeiro ambiente mencionado.

Os valores de ferro encontrados nas folhas e rizoma de *Blechnum occidentale* são superiores àqueles registrados por Haridasan & Araújo (1988) para espécies de angiospermas de cerrado e cerradão de solo distrófico e mesotrófico (30-180 mg Kg<sup>-1</sup>). Outras espécies de pteridófitas também apresentam altos valores de ferro em seus tecidos.

Hou & Merkle (1950) analisaram pteridófitas que apresentaram valores de ferro entre 30 a 450 mg Kg<sup>-1</sup>. *Blechnum spicant* (L.) Roth apresentou teor de ferro nas folhas de 238 mg Kg<sup>-1</sup>, *Asplenium adiantum-nigrum*, 1146 mg kg<sup>-1</sup> (Höhne & Richter, 1981) e *Polypodium pleopeltifolium*, 1447 mgKg<sup>-1</sup> (Ranal, 1995a).

### 5. Literatura citada:

- BARKMAN, J. J., 1958, *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes: including a taxonomic survey and description of their vegetation units in Europe*. Van Gorcum & Comp. N. V., Assen. 628p.
- BOWEN, H. J. M., 1966, *Trace elements in biochemistry*. Academic Press, London. 241p.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1979, *Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Trad. J. J. Lalucat. H. Blume Ediciones, Madrid, p. 820.
- CARLSON, T. J., 1979, The comparative ecology and frequencies of interspecific hybridization of Michigan wood-ferns. *Mich. Bot.*, 18: 47-56.
- COLEY, P. D. & AIDE, T. M., 1991, Comparison of herbivory and plant defenses in temperate and tropical broad-leaved forests. In: P. W Price, T. M. Lewinsohn, G. W. Fernandes, & W. W. Benson (eds.). *Plant-animal interactions: evolutionary ecology in tropical and temperate regions*, 25-49, John Wiley & Sons, New York.
- CONWAY, E., 1949, The autecology of bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn): the germination of the spore, and development of the prothallus and the young sporophyte. *Proc. Royal Soc. Edinburgh, Section B (Biology)*, 63: 325-343.
- CONWAY, E., 1953, Spore and sporeling survival in bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). *J. Ecology*, 41: 289-294.
- CONWAY, E., 1957, Spore production in bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn). *J. Ecology*, 45: 273-284.
- CONWAY, E., & STEPHENS, R., 1957, Sporeling establishment in *Pteridium aquilinum* effects of mineral nutrients. *J. Ecology*, 45: 389-399.
- CROAT, T. B., 1978, *Flora of Barro Colorado Island*. Stanford University Press, Stanford, p. 943.

- DIAS FILHA, M. C. C., 1989, *Aspectos fenológicos e germinação de esporos de Lygodium volubile Sw. (Schizaeaceae)*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 124 p.
- DYÉR, A. F. & PAGE, C. N., 1985, (ed.), *Biology of pteridophytes*. The Royal Society of Edinburgh, Edinburgh, Section B (Biological Sciences), 86 vol., 474p.
- DRING, M.J., 1965, The influence of shaded conditions on the fertility of bracken. *Brit. Fern Gaz.*, 9:222-227.
- GAUCH, H. G., 1972, *Inorganic plant nutrition*. Dowden, Hutchinson & Ross, Stroudsburg. 488p.
- GRAVES, J. H. & MONK, C. D., 1982, Herb-soil relationships on a lower north slope over marble. *Bull. Torrey. Bot. Club*, 109(4): 500-507.
- GREER, G. K. & MCCARTHY, B., 2000, Patterns of growth and reproduction in a natural population of the fern *Polystichum acrostichoides*. *Am. Fern. J.*, 90:60-76.
- HARIDASAN, M. & ARAÚJO, G. M., 1988, Aluminium-accumulating species in two forest communities in the cerrado region of Central Brazil. *Forest Ecology Mgmt.*, 24: 15-26.
- HARVEY, W. H. & CAPONETTI, J. D., 1972, In vitro studies on the induction of sporogenous tissue on leaves of cinnamon fern. I. Environmental factors. *Can. J. Bot.*, 50:2673-2682.
- HAUFLER, C. H. & ADAMS III, W. W., 1982, Early gametophyte ontogeny of *Gleichenia bifida* (Willd.) Spreng.: phylogenetic and ecological implications. *Am. J. Bot.*, 69:1560-1565.
- HILL, R. H., 1971, Comparative habitat requirements for spore germination and prothallial growth of three ferns in Southeastern Michigan. *Am. Fern J.*, 61(4): 171-182.

- HÖHNE, H. & RICHTER, B., 1981, Untersuchungen über den Mineralstoff- und Stickstoffgehalt von Farnkäufern. *Flora*, 171: 1-10.
- HOU, H.-Y. & MERKLE, F. G., 1950, Chemical composition of certain calcifugous and calcicolous plants. *Soil Sci.*, 69: 471-486.
- HOLTTUM, R. E., 1938, The ecology of tropical pteridophytes. In: Fr. Verdoorn (ed.), *Manual of pteridology*, Martinus Nijhoff, The Hague. p. 420-450.
- KAPPEN, L., 1964, Untersuchungen über den Jahreslauf der Frost-, Hitze- und Austrocknungs- Resistenz von Sporophyten Einheimischer Polypodiaceen (Filicinae). *Flora*, 155: 123-165.
- KAPPEN, L., 1965, Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit der Gametophyten Einheimischer Polypodiaceen Gegenüber Frost, Hitze und Trockenheit. *Flora*, 156: 101-115.
- KORNÁS, J., 1977, Life-forms and seasonal patterns in the pteridophytes in Zambia. *Acta Soc. Bot. Pol.*, 46(4):669-690.
- KORNÁS, J., 1985, Adaptive strategies of African pteridophytes to extreme environments. In: A. F. Dyer & C. N. Page (ed.), *Biology of pteridophytes*, 391-396, The Royal Society of Edinburgh, Edinburgh.
- LABOURIAU, L. G., 1958, Studies on the initiation of sporangia in ferns. *Arq. Mus. Nac.*, 46:119-202.
- LOVELESS, A. R., 1961, A nutritional interpretation of sclerophylly based on differences in the chemical composition of sclerophyllous and mesophytic leaves. *Ann. Bot. N. S.*, 25(98): 168-184.
- LOVELESS, A. R., 1962, Further evidence to support a nutritional interpretation of sclerophylly. *Ann. Bot. N. S.*, 26(104): 551-561.

- MEHLTRETER, K., 2002, The study of phenology of ferns. *Fiddlehead forum: Bulletin of the American Fern Society*, 29(4-5): 44-45.
- MEHLTRETER, K., & PALACIOS-RIOS, M., 2003, Phenological studies of *Acrostichum danaeifolium* (Pteridaceae, Pteridophyta) at a mangrove site on the Gulf of Mexico. *J. Trop. Ecol.*, 19:155-162.
- MORAN, R. C., 1986, The neotropical fern genus *Olfersia*. *Am. Fern J.*, 76: 161-178.
- MOTTIER, D., M., 1914 Resistance of certain fern prothallia to extreme desiccation. *Science*, 39: 295.
- MIYAZAWA, M., PAVAN, M. A., MURAOKA, T., CARMO, C. A. F. S., MELLO, W. J., 1999, Análises químicas de tecido vegetal. In: F. C. Silva (org.), *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*, Embrapa, Brasília. p. 171-223.
- OLIVEIRA, P. E., 1998, Fenologia e biologia reprodutiva das espécies de cerrado. In S. M. Sano & S. P. Almeida (eds.), *Cerrado: ambiente e flora*, Embrapa, Planaltina. p. 169-192.
- ORTEGA, F., 1984, Notas sobre la autecología de *Sphaeropteris senilis* (Kl.) Tryon (Cyatheaceae) em el Parque Nacional El Avila – Venezuela, *Pittieria*, (12): 31-53.
- PAGE, C. N., 1976, The taxonomy and phytogeography of bracken – a review. *Bot J. Linn Soc.*, 73:1-34.
- PAGE, C. N., 1979a, The diversity of ferns: an ecological perspective. In: A. F. Dyer (ed.) *The experimental biology of ferns*. Academic Press, London, p. 9-56.
- PAGE, C. N., 1979b, Experimental aspects of fern ecology. In: A. F. Dyer (ed.) *The experimental biology of ferns*. Academic Press, London, p. 551-589.
- PEREIRA-NORONHA, M. R., 1989, *Formas de vida e Reprodução em pteridófitas*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 272p.

- PESSIN, L. J., 1925, An ecological study of the polypody fern *Polypodium polypodioides* as an epiphyte in Mississippi. *Ecology*, 6: 17-38.
- PETERSEN, R. L., 1985, Towards an appreciation of fern edaphic niche requirements. In A. F. Dyer & C. N. Page (ed.), *Biology of pteridophytes*, The Royal Society of Edinburgh, Edinburgh. p. 93-103.
- PICKETT, F. L., 1913, Resistance of the prothallia of *Camptosorus rhizophyllus* to desiccation. *Bull. Torrey. Bot. Club*, 40: 641-645.
- PICKETT, F. L., 1914, Some ecological adaptations of certain fern prothallia - *Camptosorus rhizophyllus* Link, *Asplenium platyneurom* Oakes. *Am. J. Bot.*, 1: 477-498.
- PICKETT, F. L., 1923, An ecological study of *Cheilanthes gracillima*. *Bull. Torrey. Bot. Club*, 50: 329-338.
- PICKETT, F. L. & MANUEL, M.E., 1926, An ecological study of certain ferns: *Pellaea atropurpurea* (L.), *Pellaea glabella* Mettenius. *Bull. Torrey. Bot. Club*, 53: 1-5.
- POULSEN, A. D. & TUOMISTO, H., 1996, Small-scale to continental distributions patterns of neotropical pteridophytes: the role of edaphic preferences. In: J. M. Camus, M. Gibby, & R. J. Johns (eds.). *Pteridology in perspective*. Royal Botanic Garden, Kew, p. 551-561.
- QUIRK, H. & CHAMBERS, T. C., 1981, Drought tolerance in *Cheilanthes* with special reference to the gametophyte. *Fern Gaz.*, 12: 121-129.
- RANAL, M. A., 1995a, Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do estado de São Paulo. 2. Natureza dos Substratos. *Rev. Brasil. Biol.*, 55: 777-787.
- RANAL, M. A., 1995b, Estabelecimento de pteridófitas em mata mesófila semidecídua do estado de São Paulo. 3. Fenologia e sobrevivência dos indivíduos. *Rev. Brasil. Biol.*, 55: 777-787.



- RANAL, M. A., 1999, Efeito da nutrição mineral no desenvolvimento de gametófitos de *Blechnum occidentale*. *Anais do 50<sup>o</sup> Congresso Nacional de Botânica*, Blumenau, 18 a 23 de julho. p. 137.
- RIBÉIRO, J. F. & WALTER, B. M., 1998, Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: S. M. Sano & S. P. Almeida (eds.), *Cerrado: ambiente e flora*, Embrapa, Planaltina. p. 87-166.
- ROSA, R., LIMA, S. C. & ASSUNÇÃO, W. L., 1991, Abordagem preliminar das condições climáticas de Uberlândia (MG). *Sociedade e Natureza*, 3 (5 e 6): 91-108.
- SATO, T. & SAKAI, A., 1980, Freezing resistance of gametophytes of the temperate fern, *Polystichum retrosopaleaceum*. *Can. J. Bot.*, 58: 1144-1148.
- SATO, T. & SAKAI, A., 1981, Cold tolerance of gametophytes and sporophytes of some cold temperate ferns native to Hokkaido. *Can. J. Bot.*, 59: 604-608.
- SCHIAVINI, I. & ARAÚJO, G. M., 1989, Considerações sobre a vegetação da Reserva Ecológica do Panga (Uberlândia). *Sociedade & Natureza*, 1(1): 61-66.
- SEILER, R. L., 1981, Leaf turnover rates and natural history of the Central American tree fern *Alsophila salvinii*. *Am. Fern. J.*, 71:75-81.
- SHARPE, J. M., & JERNSTEDT, J. A., 1990, Leaf growth and phenology of the dimorphic herbaceous layer fern *Danaea wendlandii* (Marattiaceae). *Am. Fern. J.*, 77:1040-1049.
- SILVA, A. J. R., 1989, Ecologia de *Anemia villosa* H. B. *ex Willd.* na Pedra de São José (Vicência-PE). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 233p.
- SILVA, F. C., EIRA, P. A., RAIJ, B. V., SILVA, C. A., GIANELLO, C., PEREZ, D., QUAGGIO, J. A., TEDESCO, M. J., ABREU, M. F. & BARRETO, W. O., 1999,

- Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo. In: F. C. Silva (org.), *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*, Embrapa, Brasília. p. 75-166.
- SLEEP, A., 1985, Speciation in relation to edaphic factors in the *Asplenium adiantum-nigrum* group. In: A. F.Dyer & C. N.Page (eds.), *Biology of pteridophytes*. The Royal Society of Endinburgh, Endinburgh, p. 325-333.
- SIMÁN, S.E. & SHEFFIELD, E., 2002, *Polypodium vulgare* plants sporulate continuously in a non-seasonal glasshouse environment. *Am. Fern J.*, 92(1):30-38.
- STEEVES, T., 1959, An interpretation of two forms of *Osmunda cinnamomea*. *Rhodora*, 61:223-230.
- TANNER, E. V. J., 1983, Leaf demography and growth of the tree-fern *Cyathea pubescens* Mett. ex Kuhn in Jamaica. *Bot. J. Linn. Soc.*, 87:213-227.
- TRYON, R., 1960, The ecology of Peruvian ferns. *Am. Fern J.*, 50:46-55.
- TUOMISTO, H. & POULSEN, A. D., 1996, Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in neotropical rain forests. *J. Biogeography*, 23: 283-293.
- TUOMISTO, H., POULSEN, A. D. & MORAN, R. C., 1998, Edaphic distribution on some species of the fern genus *Adiantum* in Western Amazonia. *Biotropica*, 30(3): 392-399.
- WARDLAW, C. W. & SHARMA, D. N., 1963, Experimental and analytical studies of pteridophytes. *Ann. Bot.*, 27:101-121.
- WHERRY, E. T., 1920, The soil reactions of certain rocks ferns-I, II. *Am.Fern J.*, 10: 15-22,45-52.
- WILLMOT, A. J., 1985, Population dynamics of *Dryopteris* in Britain. In: A. F.Dyer & C. N.Page (eds.), *Biology of pteridophytes*. The Royal Society of Endinburgh, Endinburgh, p. 307-313.

WINDISCH, P. G. & PEREIRA-NORONHA, M. R., 1983, Notes on the ecology and development of *Plagiogyria fialhoi*. *Am. Fern. J.*, 73: 79-84.

WYNN, J. M., SMALL, J. L., PAKEMAN, R. J. & SHEFFIELD E., 2000, An assessment of genetic and environmental effects on sporangial development in bracken (*Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn) using a novel quantitative method. *Ann. Bot.* 85: 113-115.

WILLIAMS, S., 1938, Experimental morphology. In: Fr. Verdoorn (ed.), *Manual of pteridology*, Martinus Nijhoff, The Hague. p. 105-140.

Normas segundo a Revista Brasileira de Biologia.