

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Vanessa Cristina Monteiro Ferreira

**ESTRUTURA POPULACIONAL E EXPANSÃO CLONAL DO BAMBU *Phyllostachys aurea* (POACEAE) NUMA FRONTEIRA CERRADO S.S. - MATA SEMI-DECIDUA**

Belo Horizonte  
2016

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Vanessa Cristina Monteiro Ferreira

**ESTRUTURA POPULACIONAL E EXPANSÃO CLONAL DO BAMBU *Phyllostachys aurea* (POACEAE) NUMA FRONTEIRA CERRADO S.S. - MATA SEMI-DECIDUA**

Monografia apresentada ao programa de graduação do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas

Orientador: José Eugênio Cortes Figueira  
Coorientadora: Cristiane Dias e sarmento

Belo Horizonte  
2016

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Ecologia de populações do Departamento de Biologia Geral do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais.

## AGRADECIMENTOS

Ao fim de mais uma etapa da minha vida, sou imensamente grata:

Ao professor José Eugênio Cortes Figueira, por me abrir as portas do Laboratório, por toda orientação e ensinamento desde minha inserção na graduação e pelo exemplo de pesquisador;

À minha coorientadora, Cristiane Dias e Sarmento, pela paciência e pela orientação durante a execução deste projeto;

À toda equipe do laboratório, pela pronta ajuda e pela amizade, principalmente a Stella Bartoli por toda ajuda em campo.

A meus pais, Jaci e Waldete, por sonharem junto comigo, pelo apoio não somente durante essa etapa, mas também durante toda minha vida e pelo amor incondicional.

Aos meus irmãos Rayane e Gustavo pelo carinho e amor.

A todos os meus queridos amigos, pelo companheirismo e apoio.

A vocês, muito obrigado!

## Sumário

<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>8</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>11</b>
2.1 Objetivo geral.....	11
2.2 Objetivos específicos.....	11
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>12</b>
3.1 Área de estudo .....	12
3.2 Metodologia .....	13
3.3 Análise dos dados.....	14
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>15</b>
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>23</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>24</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 – Localização das parcelas amostrais no bambuzal.....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 2 – Classe dos colmos vivos de <i>P. aurea</i>: Adultos (A); Jovens com brácteas (B); Brotos- seta (C).....</b>	<b>14</b>
<b>Figura 3 – Posições dentro do estande: borda em transição com cerrado <i>s.s.</i> (D); interior (E) e borda em transição com mata semidescídua (F).....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 4 – Estrutura da população de colmos, classificados em estágios de vida, nas regiões de borda transição com cerrado <i>s.s.</i>, interior e borda transição com mata.....</b>	<b>19</b>
<b>FIGURA 5 – Relação entre a frequência de mortalidade e a densidade de colmos na região de BM, BC e IB.....</b>	<b>20</b>

## **LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1 – Qui-quadrado das três regiões: borda em transição com cerrado s.s., interior do bambuzal e borda em transição com mata semidecídua. Análise em pares de regiões.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabela 2 – Análise de covariância para as variáveis densidade e região .....</b>	<b>19</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ANCOVA</b>	Análise de covariância
<b>BC</b>	Borda em transição com cerrado <i>stricto senso</i>
<b>BM</b>	Borda em transição com mata semidecídua
<b>EECO</b>	Estação ecológica da UFMG
<b>IB</b>	Interior do bambuzal
<i>s.s.</i>	<i>Stricto senso</i>
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais

## RESUMO

A espécie de bambu *Phyllostachys aurea* é invasora e do tipo alastrante e, por ser muito agressiva invade áreas de cerrado e mata, onde forma grandes estandes. Este estudo aborda a estrutura populacional e forma de expansão clonal desta espécie sobre a vegetação nativa da Estação Ecológica, UFMG – MG. A estrutura da população de colmos (rametas) de bambu foi comparada em três regiões do bambuzal: i) borda em transição com cerrado *stricto sensu*, ii) interior e iii) borda em transição com mata semidecídua. Em cada região foram delimitadas 7 parcelas de 50m<sup>2</sup> (10m x 5m), onde os colmos foram classificados como vivos ou mortos. Os colmos vivos foram ainda classificados em três estágios de vida: adulto, jovem e broto. Testes Qui-quadrado foram usados para comparar a frequência de colmos nas diferentes classes, entre as regiões do bambuzal. Nossa hipótese é que as frequências de colmos em cada classe estrutural deveriam ser similares nas bordas, caso as condições abióticas e bióticas não diferissem. Por outro lado, estas deveriam ser diferentes do interior do bambuzal. Correlação, regressão e análise de covariância (ANCOVA) foram usadas para investigar a relação entre o percentual de hastes mortas e a densidade de colmos entre regiões. A hipótese é que o percentual de mortalidade deveria aumentar rapidamente com a densidade, caso competição regulasse a densidade de colmos. As bordas apresentaram maior proporção de colmos jovens em comparação com o interior, o que as caracterizam como região de maior recrutamento. Em contraste, a mata apresentou maior frequência de mortalidade do que a borda em transição com cerrado *s.s.* e o interior do bambuzal sugerindo que fatores abióticos e bióticos, como a competição por luz poderia ser mais intensa nesta região. A relação linear entre o percentual de hastes mortas e a densidade de colmos não sugere competição intra-clone, no entanto na região de mata a mortalidade foi mais elevada, sugerindo maior estresse ambiental.

Palavras chave: estrutura populacional, bambu, crescimento clonal, recrutamento, mortalidade, competição

## 1 INTRODUÇÃO

A estrutura de tamanhos, idades e estágios de vida de uma população é determinada pelo desempenho demográfico o qual é decorrente de condições ambientais locais e interações intra e interespecíficas. Além da estrutura também ser determinada pelas características genéticas de sua espécie, as quais são resultados da ação de mecanismos evolutivos (CRAWLEY, 1986; SILVERTOWN; DOUST, 1993). Segundo Harper (1985), o espaço, também, é um recurso importante para as plantas em termos de movimento da espécie e ocupação de diferentes locais. Dessa forma, a intensidade desses fatores afeta a forma de expansão e exploração do ambiente por populações vegetais.

Em plantas clonais, indivíduos geneticamente iguais, rametas, são replicados inúmeras vezes no ambiente e podem continuar ou não conectados, gerando uma situação ímpar, na qual uma população inteira pode ser um único indivíduo cujos rametas captam, redistribuem (integração clonal) e competem localmente por recursos (MANTUANO, 2007; SILVEIRA, 2001). A morte de alguns rametas não provoca a extinção da carga genética do organismo, assim, essa arquitetura clonal aumenta a probabilidade de sobrevivência da planta (HUTCHING; BRADBURY, 1986).

A localização dos rametas no ambiente e a distância entre os mesmos dependem de inúmeros fatores conflitantes, tais como: competição intra-clone, habitats favoráveis e necessidade de evitar competição ou invasão por outras plantas. Dessa forma, as diferentes demandas presentes nos habitats podem levar a uma distribuição irregular ou regular dos rametas. Por exemplo, locais onde o recurso é escasso os módulos estão mais sujeitos a competição e morte induzindo um padrão de espaçamento denso dependente. Neste padrão conforme as diferenças locais na densidade são minimizadas pela mortalidade dos módulos e a competição diminui, as distribuições dos indivíduos se tornam cada vez mais regulares no espaço (CRAWLEY, 1986)

A abundância de recursos possibilita a ramificação do geneta e crescimento do clone, favorecendo o aumento na produção e densidade de rametas (BELL, 1984; HARPER, 1977; MANTUANO; MARTINELLI, 2007; PAIVA, 2013). A distribuição dos rametas pode estar ligada à forma de exploração empregada pela espécie: a presença de conexões longas bem como uma distribuição esparsa dos módulos sugere um comportamento fugitivo e oportunista, sendo esta forma de crescimento denominada “guerrilha”; quando essas conexões são curtas e levam a maior compactação na distribuição dos módulos a expansão ocorre de forma lenta sendo denominada crescimento “falange”. Essas morfologias não são fixas e respondem as condições e disponibilidade de recursos locais permitindo uma exploração mais eficiente pelas plantas (CRAWLEY, 1986; SILVEIRA, 2001).

Juntamente com os fatores ambientais, fatores bióticos como interações inter e intraespecífica também possuem grande influência na sobrevivência e morte dos indivíduos. Com o aumento da densidade e agregação dos clones, a competição se torna

mais intensa podendo levar a mortalidade dos rametas. Em consequência, a produção destes pode ser ajustada pela densidade, de forma a evitar competições severas (BRISKE; BUTLER, 1989). Esses processos bióticos são expressos na população por meio de modificações na densidade e massa de rametas (KAYS; HARPER, 1974). Assim, a ação de todos esses fatores de forma conjunta determina o recrutamento e mortalidade dos módulos, podendo afetar na dinâmica populacional e expansão da planta clonal.

A espécie de bambu *Phyllostachys aurea* é invasora e do tipo alastrante e, por ser muito agressiva possui alta capacidade de colonização do ambiente formando grandes estandes (SPOLIDORO, 2008). Pesquisas que abordem em escala populacional, e gerem conhecimento a respeito do crescimento e dinâmica de seus colmos, são fundamentais para o entendimento dos efeitos dessa espécie sobre a comunidade nativa à qual está associada, pois, a partir disto, podemos determinar seus atributos biológicos que determinam a ocupação do espaço e da estratégia de crescimento clonal (SILVEIRA, 2001). Entender os mecanismos de expansão e características da espécie invasora é também essencial para o desenvolvimento de planos de manejo desses bambus. Apesar da grande importância do tema, existem poucos estudos a respeito dos padrões da estrutura da população clonal de *P. aurea*.

No presente trabalho, analisamos a estrutura da população de colmos de *P. aurea*, presente na Estação Ecológica – UFMG, numa região de transição cerrado *s.s.* – mata semi-decídua, correlacionando suas características com a posição no clone e com a forma de expansão e invasão da espécie. Nesse contexto, a população de *P. aurea* presente na Estação Ecológica se mostra ideal para avaliar essas características, pois se apresenta em expansão, além de estar inserida em uma matriz de vegetação nativa dentro de uma unidade de conservação.

Testamos as seguintes hipóteses: As condições ambientais mudam com a posição no clone sendo que o ambiente se torna cada vez mais sombreando e os recursos mais limitados das bordas até o interior. Este apresentaria estrutura populacional diferente das bordas, sendo o interior a parte madura do bambuzal e, portanto, havendo mais colmos adultos e mortos diferentemente das bordas que apresentariam mais colmos jovens. As bordas deveriam apresentar estruturas populacionais similares visto que os fatores bióticos e abióticos atuantes devem ser congruentes. A mortalidade de colmos em toda a população seria regulada, em certo grau, pela densidade de rametas sendo mais intensa no interior do bambuzal onde os recursos são mais escassos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Comparar a estrutura da população de colmos do interior da população clonal de *P. aurea* com a estrutura de borda adjacente à vegetação de cerrado *stricto senso* (*s.s*) e borda adjacente à vegetação de mata semidecídua presente na Estação Ecológica – UFMG, Minas Gerais, Brasil. Determinar como e porque processos demográficos diferem nessas regiões do clone.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar possíveis diferenças entre a estrutura da população de clones das duas regiões de borda e do interior, correlacionando-as com possíveis fatores ambientais ou forma de expansão do clone;
2. Investigar a possibilidade de morte de colmos dependente de densidade;
3. Avaliar a frequência de mortalidade e recrutamento de colmos nas três diferentes regiões do bambuzal.
4. Comparar a frequência de colmos em diferentes estágios de vida nos ambientes de bordas e interior

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

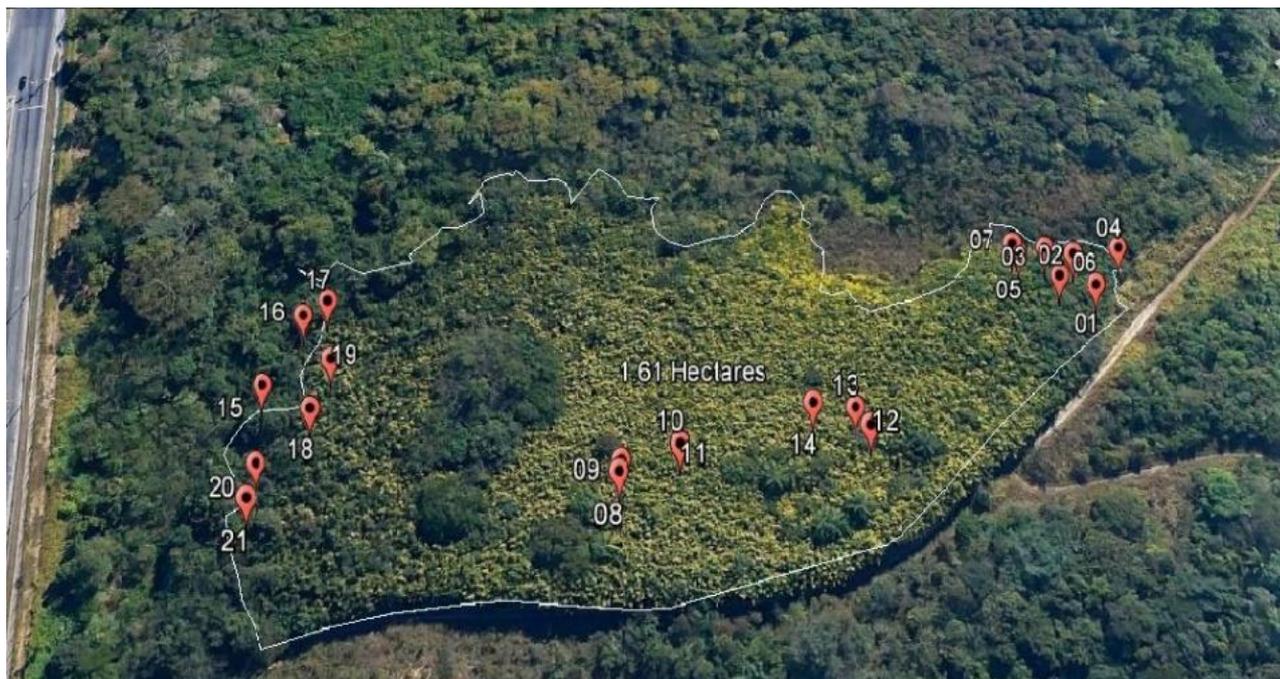
#### 3.1 Área de estudo

A Estação Ecológica (EECO) (S 19° 52' e W 43° 58') é uma unidade de conservação urbana localizada dentro do campus da Universidade Federal de Minas Gerais. Essa unidade de conservação possui 114,3 ha e está inserida no domínio morfológico conhecido como Depressão de Belo Horizonte (AUGUSTIN e SAADI, 1997). Com altitudes variando entre 800 e 880 metros, apresenta relevo colinoso com topos abaulados, bem como vertentes e vales côncavos apresentando sedimentos arenosos e argilosos (TELÉSFORO, 2009).

O solo predominante na região é o cambissolo. Os latossolos e os gleissolos também podem ser encontrados em menores quantidades. O clima da região segue a descrição feita para Belo Horizonte, sendo este tropical de altitude caracterizado por verão com chuvas e temperaturas elevadas e inverno com baixas temperaturas e pouca precipitação (PBH, 2009).

Os principais tipos de vegetação da EECO possuem características de transição entre Floresta Estacional Semi-Decidual e cerrado *s.s.* A utilização do solo no passado também acarretou na introdução de espécies exóticas na região, como o eucalipto e o bambu (TELÉSFORO, 2009).

A área de estudo está situada na região oeste da unidade (19°52'44.71"S e 43°58'28.28"W). Esta área, que corresponde a 1.61 ha, é colonizada pela espécie *P.aurea*, que forma um estande quase monoespecífico com algumas árvores de mata e cerrado ainda vivas em seu interior (Fig. 1). É possível perceber que este estande está em plena expansão e invadindo o cerrado *s.s.* e a mata semidecídua fronteiriças.



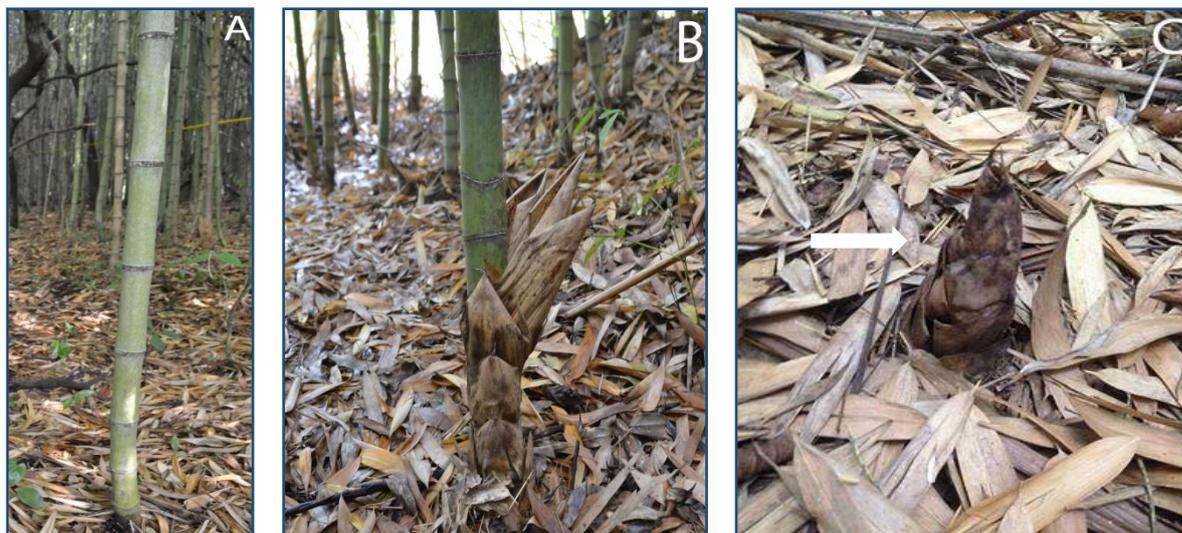
**Figura 1 – Localização das parcelas amostrais no bambuzal.** Parcelas 1-7: borda em transição com cerrado *s.s*; 8-14: interior; 15-21: borda em transição com mata semidecídua.

### 3.2 Metodologia

Para caracterizar a estrutura da população de *P.aurea*, foram selecionadas três áreas do estande: borda em transição com cerrado *s.s*(BC) interior do bambuzal (IB) e borda em transição com mata semidecídua (BM). Em cada região foram delimitadas 7 parcelas de 50m<sup>2</sup> (10m x 5m), sendo no total 21 parcelas (Fig. 1).

As três regiões foram amostradas no período de agosto a setembro de 2016. Os colmos foram classificados em vivos (esverdados, com folhas verdes) ou mortos (secos) e contados. A identificação e classificação só foram aplicados nos colmos que se encontravam em pé e ainda enraizados.

Para análise de características demográficas, os colmos vivos foram classificados nos seguintes estágios de vida: adultos (colmos com muitos ramos e folhas; brácteas ausentes), jovens (colmo com coloração verde intensa, consistência macia e presença de brácteas) e brotos (colmo totalmente recoberto por brácteas; ausência de ramos, folhas) (Fig. 2). A presença de brácteas foi um dos critérios de maior relevância para a classificação da classe etária, uma vez que o padrão de desenvolvimento de *P. aurea* se assemelha ao descrito para a maioria das espécies de bambu: no período inicial de vida, os colmos são protegidos por folhas de formato triangular localizadas junto ao rizoma, sendo essas folhas denominadas brácteas; ao completar seu comprimento máximo essas folhas são perdidas, quando então começa o processo de amadurecimento (PEREIRA; BERALDO, 2007).



**Figura 2 – Classe dos colmos vivos de *P. aurea*: Adultos (A); Jovens com brácteas (B); Brotos-seta (C)**

### 3.3 Análise dos dados

Teste Qui-quadrado foi usado para testar se havia diferenças nas estruturas populacionais entre as três regiões do bambuzal: interior vs borda em transição com cerrado *s.s.*, interior vs borda em transição com mata e borda em transição com cerrado *s.s.* vs borda em transição com mata.

Correlação e regressão foram usadas para testar a hipótese de que o percentual de colmos mortos deveria aumentar com a densidade de colmos (vivos + mortos) em cada parcela. O esperado para populações influenciadas por fatores denso-dependentes é que o aumento da densidade levaria a um acirramento da competição intra-específica. Em consequência, a mortalidade seria acentuada e cresceria exponencialmente. Em populações denso-independentes, a mortalidade aumenta proporcionalmente com o aumento da densidade apresentando uma relação linear.

Posteriormente, uma análise de covariância (ANCOVA) foi usada para testar a hipótese de que o percentual de mortalidade na fronteira com a mata seria maior. Isso porque foi observado comportamento diferenciado dos pontos correspondentes ao ambiente de mata.

Os dados foram analisados utilizando os programas estatísticos Mystal 12 (SYSTAT SOFTWARE INC, 2007) e R (R DEVELOPMENT CORE TIME, 2015).

#### 4 RESULTADOS

Na borda em transição com cerrado *s.s.* é possível perceber a presença, em grande quantidade, de colmos jovens e brotos sendo possível caminhar facilmente entre eles (Fig. 3D). Ao caminhar para o interior do estande nota-se um ambiente menos iluminado com grande cobertura do dossel. Apesar da maior quantidade de colmos é mais difícil caminhar no interior do estande, as hastes mortas tanto enraizadas quanto caídas são notavelmente superiores às da borda em transição com cerrado *s.s.* e as plântulas aparecem em uma frequência muito menor (Fig. 3E). Há ainda a presença de algumas arbóreas ainda vivas no interior. Na região de borda em transição com mata semidecídua é muito difícil caminhar entre os colmos, nota-se uma grande densidade de colmos além da grande frequência de hastes mortas. Além disso, é impossível não notar a grande quantidade de arbóreas mortas tanto enraizadas quanto caídas na região. Há uma concentração de colmos jovens ao redor das arbóreas caídas. Além do mais, os colmos mais próximos da fronteira com a mata apresentam uma conformação peculiar, sendo inclinados em direção a mata o que não foi observado no interior do estande nem na borda em transição com cerrado *s.s.* (Fig. 3F)





**Figura 3 – Posições dentro do estande: borda em transição com cerrado *s.s.* (D); interior (E) e borda em transição com mata semidescídua (F)**

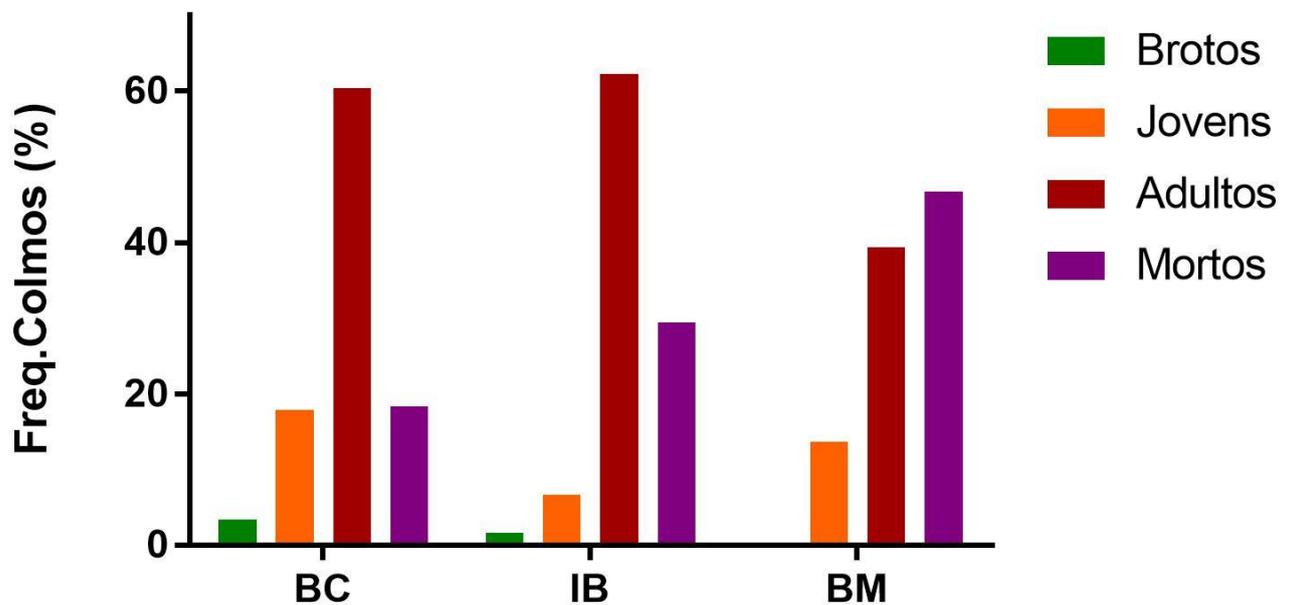
Estrutura populacional de colmos de *P. aurea* em BC, IB e BM

Foram amostrados 3663 colmos em diferentes regiões do estande de bambu. No geral, houve uma tendência de maiores frequências de colmos jovens nas bordas do que no interior, enquanto, considerando-se BC, a frequência de colmos mortos aumentou em direção ao interior do estande. As distribuições de frequências de colmos nos diferentes estágios (broto, jovem, adulto, morto) foram significativamente diferentes entre as regiões do bambuzal (Tabela 1).

**Tabela 1 – Testes Qui-quadrado comparando distribuições de frequências de colmos entre borda em transição com cerrado *s.s.* (BC), interior do bambuzal (IB) e borda em transição com mata semidecídua (BM).**

Regiões	X <sup>2</sup>	df	p-value
BC/IB	92.05	3	<0.001
BM/IB	173.54	3	<0.001
BM/BC	204.28	3	<0.001

Ao comparar BC e IB, observamos que a borda apresentou maiores frequências de colmos jovens e brotos e menor frequência de colmos mortos em relação a IB. A região de BM, também, apresentou maiores frequências de colmos jovens em relação a IB. A mortalidade de colmos na região de mata foi superior a de IB e BC. As densidades médias de colmos nas regiões de BM e IB foram similares entre si e significativamente maiores do que BC. A maior diferença estrutural entre as regiões se deu, sobretudo, nas frequências de mortos e jovens. Para efeito comparativo, a figura 4 mostra a estrutura da população de colmos nas três regiões, resumizando as informações supracitadas.



**Figura 4– Estrutura da população de colmos, classificados em estágios de vida, nas regiões de borda transição com cerrado s.s, interior e borda transição com mata.** Total de colmos e densidade média respectivamente em cada região: BC 814 e 2,3, IB 1405 e 4,01 e BM 1444 e 4,12

*Mortalidade de colmos dependente de densidade*

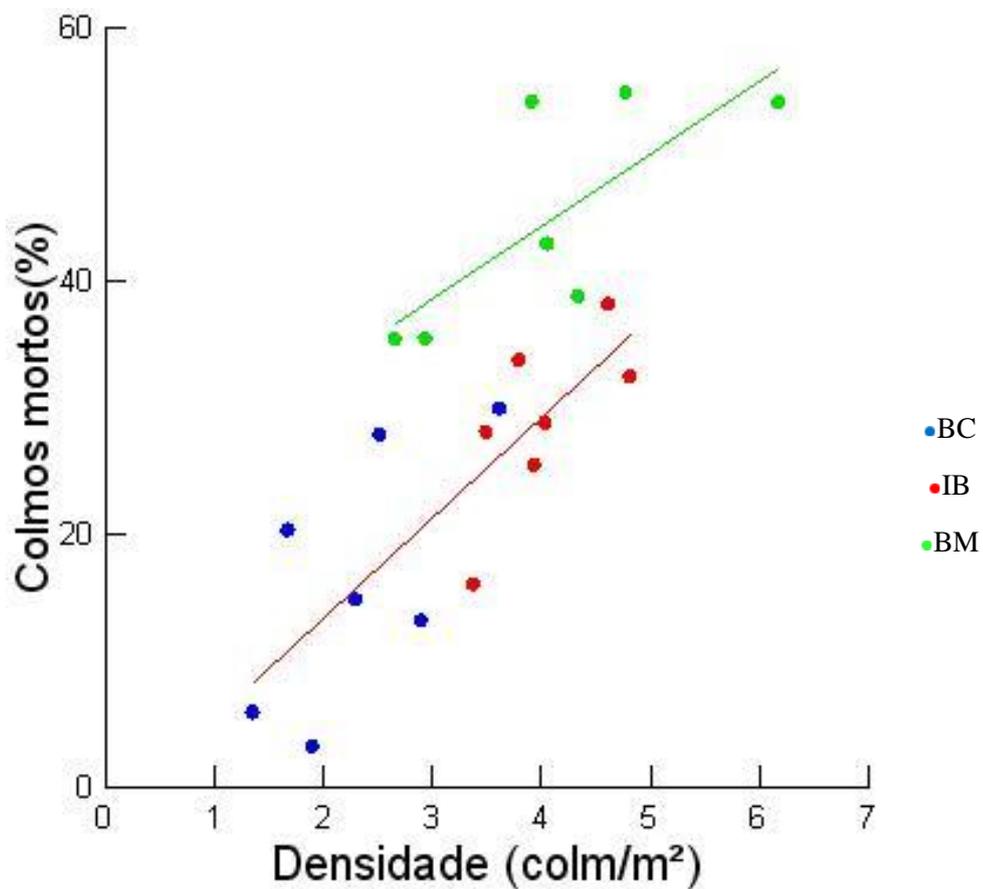
Nas três regiões amostradas houve relação entre a frequência de colmos mortos e a densidade de indivíduos ( $r^2=0,77$ ;  $P<0.001$ ;  $n=21$ ), sendo essa relação aparentemente linear e não exponencial, como seria esperado caso competição local entre colmos elevasse as taxas de mortalidade (Fig. 5).

Os resultados da análise de covariância mostraram que as regiões BC e IB apresentam relações similares entre a frequência de hastas mortas e a densidade de colmos, diferindo-se de BM ( $n=21$ ;  $r^2= 0,90$ ) (Tabela 2).

As retas entre as três regiões apresentaram mesmo ângulo de inclinação, porém os valores do intercepto foram diferentes, o que fez com que na região da mata a reta se deslocasse para cima. Dessa forma, para uma mesma densidade, BM apresentou mortalidade de colmos superior às outras duas regiões.

**Tabela 2 – Análise de covariância para as variáveis densidade e região**

Covariate	coefficient	Standard Error	Std. coefficient	tolerance	t	p
Densidade	7,152	1,333	0,575	0,847	5,364	<0.001
Região	3,257	3,257	0,512	0,847	4,776	<0.001
F-ratio						
42,284						



**Figura 5– Relação entre a frequência de colmos mortos e a densidade de colmos nas regiões BM, BC e IB do estande de *P. aurea*.**

## 5 DISCUSSÃO

A estrutura da população de *P. áurea* nas três regiões do estande mostrou-se distinta, sugerindo interação de fatores dependentes da localização e idade do estande, tais como: competição por luz e recursos do solo bem como interações com as formações vegetais vizinhas. A estrutura da população de plantas é dinâmica sendo influenciada por diversos fatores que dificilmente podem ser considerados de forma isolada (CRAWLEY,1986; PAIVA,2013).

As principais diferenças estruturais entre as bordas e o interior foram em relação aos indivíduos jovens e a mortos. As bordas do estande apresentaram notavelmente maior frequência de colmos jovens e brotos do que o interior. Esses resultados estão em consonância com estudos anteriores realizados tanto em espécies de bambus do gênero *Phyllostachys* quanto em outras plantas clonais (e.g. BRISKE; BUTLER, 2016; HONG et al., 2004; LANTA; JANEČEK; DOLEŽAL, 2008; SAROINSONG et al., 2006, 2007). Segundo Olson e Richards (1988), a produção de rametas na parte periférica dos estandes de plantas clonais pode ser estimulada devido ao melhor ambiente luminoso. Estudos realizados por Verburg e During (1998) mostraram que plantas crescendo sob altas intensidades luminosas produziram mais rizomas. Isso sugere que os estandes possuem alta atividade nas bordas e são capazes de crescer e se desenvolver invadindo a área mais iluminada ao seu redor.

Dessa forma, na região de BC, provavelmente devido à maior incidência luminosa e por constituir a região mais jovem do estande, houve maior recrutamento. Além disso, em BC também foi observada menor densidade de colmos em relação às partes mais internas do bambuzal. Em estudos realizados por SAROINSONG e colaboradores (2006,2007) a respeito da forma de expansão de uma floresta de *Phyllostachys sp* no Japão, foi encontrada uma tendência de adensamento dos colmos no interior do estande, o que é consistente com nossos resultados. Além disso, os autores também encontraram padrões mais esparsos e randômicos de distribuição nas bordas em comparação ao interior mais agregado. Padrões semelhantes foram visualizados em BC.

A combinação entre as estratégias de expansão guerrilha e falange já foi descrita por SILVEIRA, 2001 para uma espécie de bambu *Guadua sp* presente no sudoeste da Amazônia. O padrão de crescimento mostrou-se predominantemente guerrilha: distribuição espaçado de rametas e crescimento oportunista, a qual acelera a ocupação horizontal e exploratória da planta, permitindo que a mesma encontre locais favoráveis, padrões similares ao observado em BC (SILVEIRA, 2001; YE; YU; DONG, 2006) – em *P.aurea*, uma vez estabelecida, de guerrilha muda para falange, eliminando a vegetação nativa. A expansão com episódios repetidos de permanência e progressão das regiões mais externas em direção a vegetação adjacente ao bambu, também, foi sugerida para *Phyllostachys sp* (SAROINSONG e colaboradores (2006,2007).

A maior mortalidade de colmos no interior do bambuzal em relação a BC não foi surpreendente uma vez que a maior frequência de rametas mortos no interior dos

estandes também vêm sendo evidenciada em outros estudos (e.g. SAROINSONG et al., 2006, 2007; LANTA; JANEČEK; DOLEŽAL, 2008). O aumento do auto-sombreamento é um dos fatores que contribui para o aumento da mortalidade nesses locais, uma vez que os colmos se encontram adensados e agregados acirrando competição, sobretudo por luz e nutrientes (CALDWELL et al., 1983; SAROINSONG et al., 2007). Os rametas jovens e pequenos são os principais afetados nesses ambientes não só pela limitação fotossintética, mas também pelos danos mecânicos causados pela queda de galhos que podem levar a mortalidade (SAROINSONG et al., 2006; SILVEIRA, 2001). Juntamente a esses fatores, por constituir a região mais madura do bambuzal, a morte por senescência pode estar levando à maior mortalidade nesses locais. (LANTA; JANEČEK; DOLEŽAL, 2008). Além do mais, o recrutamento também pode ser inibido no interior dos estandes, uma vez que, quando sombreadas, muitas plantas clonais passam a redistribuir maior quantidade de assimilados para o crescimento dos rametas existentes em detrimento a formação de novos (e.g. DAVIES; EVANS; EXLEY, 1983; MÉTHY; ALPERT; ROY, 1990). Dessa forma, a maior mortalidade e o maior adensamento de colmos fomentam a ideia de que o interior seria o local onde a competição seria mais intensa no estande.

Nossa hipótese era que as duas bordas apresentassem frequências similares de colmos nos diferentes estágios de vida, uma vez que ambas são ambientes de expansão do estande. Todavia, BM apresentou frequência de colmos mortos muito superior à BC, bem como maior densidade média dos mesmos. Essas diferenças são, possivelmente, devido ao ambiente criado pelas diferentes vegetações que circundam cada uma das bordas: cerrado *s.s.* e mata. Essas vegetações criam diferentes microclimas sendo a borda em fronteira com a mata mais sombreada e a de cerrado *s.s.* mais iluminada, o que requer diferentes estratégias de invasão pelo bambu.

Durante o processo de colonização do ambiente muitas espécies de bambu são agressivas (SILVEIRA, 2001). Estudos realizados por GRISCOM E ASTHON (2006) sugerem que algumas espécies de bambu causam ciclos de distúrbios auto-perpetuantes na vegetação associada. Basicamente, esses bambus geram um impacto causado pela constante formação e ocupação de clareiras o que, gradativamente, suprime o recrutamento de arbóreas a despeito das condições desfavoráveis. Fora isso, os bambus sustentam incêndios de alta intensidade que abrem clareiras e favorecem bambus visto que o microclima desses locais além de ser mais seco, também acumula grande quantidade de serapilheira que não conserva a umidade (FERREIRA, 2013).

A história de perturbações em escala intermediária causadas pelo bambu e inerentes a sua capacidade competitiva, favorecem o estabelecimento dessas espécies (SILVEIRA, 2001). Com isso, diferentemente do ambiente de cerrado *s.s.*, no qual o bambu teria predominantemente um crescimento oportunista, no ambiente de mata a competição interespecífica seria mais intensa. A formação de clareiras em regiões de mata favorece a ocupação do ambiente por *P.aurea*, por ser uma espécie de rápido crescimento e alta taxa reprodutiva capaz de crescer em condições adversas diferentemente de arbóreas presente na floresta.

Por outro lado, fatores extrínsecos podem ser mais atuantes do que fatores internos na regulação da densidade de rametas em plantas clonais (KROON, 1993). CALLAWAY e colaboradores (2002) sugerem que diferenças na temperatura, distúrbios no solo e suprimento de água podem governar, sobretudo, a distribuição clonal mais do que fatores bióticos. Por exemplo, um baixo suprimento de água pode levar a mortalidade dos rametas em um local, ao passo que um maior suprimento pode ocasionar em regiões com maior adensamento de rametas do que outras. Dessa forma, o maior adensamento e mortalidade de colmos em BM podem estar associados tanto aos fatores abióticos (ex: solo; nutrientes, luz) quanto aos fatores bióticos (ex: competição) que atuam diferentemente nessa região.

A regulação populacional dependente da densidade pode se manifestar em estágios diferentes de desenvolvimento, bem como em apenas algumas partes do bambuzal (e.g. SAROINSONG et al., 2007; SILVERTOWN, J W ; DOUST, 1993). Apesar de, no presente estudo, existir correlação entre a frequência de mortalidade e densidade de colmos, essa relação, por ser linear, não sugere competição em nenhuma das regiões uma vez que para que existisse essa relação a mortalidade deveria se acentuar com o aumento na densidade. Este resultado foi também relatado em outros estudos (e.g. SILVEIRA, 2001; SUZAKI; NAKATSUBO, 2001). A integração fisiológica e o transporte de fotossintatos e nutrientes entre os fragmentos clonais presentes em locais desfavoráveis e aqueles presentes em melhores condições, pode levar a persistência dos rametas em condições desfavoráveis. Dessa forma, esse mecanismo pode enfraquecer a resposta da população a variações locais na densidade dos colmos (TAYLOR; ZISHENG, 1993).

Além da correlação com a densidade, a região de BM apresenta um fator adicional provocando a mortalidade de colmos, uma vez que em uma mesma densidade a mortalidade é maior nesse ambiente. O resultado da análise de covariância sugere que fatores adicionais atuantes no aumento dessa mortalidade são inerentes a região de mata. Conforme dito anteriormente, esses fatores podem corresponder a alguma característica biótica ou abiótica do local, a competição mais intensa por luz com as arbóreas possivelmente estaria ocasionando maior estresse, o que provavelmente ocorre em menor intensidade em BC por ser uma vegetação cerrado s.s. mais esparsa e herbácea.

## CONCLUSÕES

O bambuzal pode começar com uma semente que germina formando os primeiros colmos. Os novos colmos se multiplicam por reprodução vegetativa à medida que os rizomas proliferam, formando uma extensa malha logo abaixo da superfície do solo. Colmos periféricos podem brotar a distâncias relativamente longas nas bordas da planta, enquanto no interior o brotamento é próximo da planta mãe além de ser muito mais intenso. À medida que os colmos crescem no interior do estande a cobertura de dossel aumenta bem como o sombreamento. A competição por luz e recursos do solo no interior se torna mais intensa o que leva a mortalidade de muitos colmos e supressão do recrutamento. Na periferia do clone os colmos ocorrem em menor densidade e randomicamente distribuídos invadindo aos poucos as formações vegetais vizinhas. Na borda de cerrado *s.s.* os rametas crescem nos espaços favoráveis de maneira oportunista, onde a vegetação é escassa e os recursos estão disponíveis. Na borda em transição com a mata, as grandes arbóreas e a vegetação mais densa criam um ambiente de grande competição e estresse entre a mata e o bambu. A formação de clareiras favorece a colonização do ambiente de mata pelos colmos devido ao aumento do espaço físico e luminosidade ampliando as áreas de expansão da espécie.

Nossos resultados evidenciaram alguns padrões estruturais comuns em espécies de bambus, como: maior número de colmos jovens e recrutamento na borda (BC) e maior mortalidade no interior. Outros padrões são sugestivos para futuras investigações, como: diferenças na estrutura populacional entre as duas bordas. As bordas apresentaram maior recrutamento do que o interior sendo a mortalidade maior no interior somente com relação a BC. Isso sugere que as bordas possuem alta atividade além de utilizarem diferentes estratégias de exploração conforme a vegetação circundante muda, sendo capazes de crescer e se desenvolver invadindo as áreas ao seu redor.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Novos estudos são necessários para verificar quais fatores bióticos e abióticos são mais atuantes na estruturação da população nos ambientes BC e BM. Assim, a realização de programas de monitoramento das parcelas a longo-prazo juntamente com análises de incidência de luz em ambas as regiões permitiria chegar a melhores conclusões a respeito das estratégias de expansão e forma de estruturação da população dessas plantas invasoras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON, J. R. **Bambu dourado (*Phyllostachysaurea* Carr. ex A.& C. Rivière)**. Disponível em: <<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/handle/mec/23858>>. Acesso em: 30 ago. 2016.
- ASSIS, W. L. **Análise do Campo Térmico e Hídrico em Belo Horizonte**.127p. Dissertação (Mestrado em geografia) – Instituto de Geociências. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.2001
- AUGUSTIN, C.H.R.R.; SAADI, A. 1985. Avaliação preliminar, qualitativa, dos impactos antrópicos na bacia do córrego do Mergulhão, Pampulha, Belo Horizonte-MG. In SIMPÓSIO SITUAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA RMBH. Belo horizonte, DF: Instituto de geociências (IGC)- UFMG, 1985. P.261-287.
- BELL, A. D. a contribution to plant population ecology. Perspectives on plant population ecology. **Sinauer, Massachusetts**, p. 48–65, 1984.
- BRISKE, D.D.; BUTLER, J.L. Density-dependent regulation of *ramet* populations within the bunchgrass *Schizachyrium scoparium*: interclonal versus intracolonial interference. **Journal of Ecology**, London, v. 77, p. 963-974, 1989.
- CHAZDON, R. L. Patterns of growth and reproduction of *Geonoma congesta*, a clustered understorey palm. **Biotropica**, v. 24, n. 1, p. 43–51, 1992.
- CRAWLEY, M. J. *Plant ecology*. **Blackwell Scientific Publications**, Oxford. p.186, 1986.
- CRAWLEY, M. J.; MAY, R. M. Population Dynamics and Plant Community Structure : Competition Between Annuals and Perennials. **Journal of Theoretical Biology**, v. 125, p. 475–489, 1987.
- DANELLI, M. F. **Estrutura e dinâmica populacional de *Geonoma elegans* Mart. (Areaceae) no Parque Estadual Serra do Mar, Ubatuba-SP**.32p. Trabalho Final de Conclusão de Curso (Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia, Universidade de Taubaté, São Paulo.2008.
- DAVIES, A.; EVANS, M. E.; EXLEY, J. K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, v. 101, p. 131–137, 1983.
- DE KROON, H. Competition between shoots in stands of clonal plants. **Plant Species Biology**, v. 8, p. 85–94, 1993
- HARPER, J. L. Population biology of plants. London: **Academic Press**, 1977.
- HONG, R. et al. Structural Dynamics of Survival and Competition of Clonal Plant Populations in *Stipa Baicalensis* Community. v. 2, n. 2, p. 87–94, 2004.
- HUTCHINGS, M J; BRADBURY, I. K. Ecological perspectives on clonal perennial herbs. **BioScience**, v. 36, p. 178–182, 1986.

KAYS, S.; HARPER, J. L. The regulation of plant and tiller density in a gr. **Journal of Ecology**, v. 62, p. 97–105, 1974.

LANTA, V.; JANEČEK, Š.; DOLEŽAL, J. Radial growth and ring formation process in clonal plant *Eriophorum angustifolium* on post-mined peatland in the Šumava Mts., Czech Republic. **Annales Botanici Fennici**, v. 45, n. 1, p. 44–54, 2008.

MANTUANO, G. D.; MARTINELLI, G. Estrutura Populacional e Crescimento da bromélia clonal. **Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre**, v. 5, p. 876–878, 2007.

MÉTHY, M.; ALPERT, P.; ROY, J. Effects of light quality and quantity on growth of the clonal plant *Eichornia crassipes*. **Oecologia**, v. 84, p. 265–271, 1990.

PAIVA, A. J. **Dinâmica da população de perfilhos e de touceiras em capim-elefante cv. Napier submetido a estratégias de pastejo rotativo**. 119p. Dissertação (Doutorado em Ciências) –Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

PEREIRA, M. A. R.; BERALDO, A. L. **Bambu de corpo e alma**. Bauru: Canal6, 2007. 231 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Emissões de Gases de Efeito Estufa Prefeitura Municipal de Belo Horizonte** [Relatório].2009.

PRIMACK, R B; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Planta ed. Londrina.

REN, M. X.; ZHANG, Q. G. Clonal diversity and structure of the invasive aquatic plant *Eichhorniacrassipes* in China. **Aquatic Botany**, v. 87, n. 3, p. 242–246, 2007.

SAROINSONG, F. B. et al. **Stand dynamics of Bamboo Forest adjacent to a secondary deciduous broad-leaved forest**. JapanJournal of the Japanese Society of Revegetation Technology, , 2006.

SAROINSONG, F. B. et al. **Spatial Pattern of bamboo culms in an abandoned Phyllostachys nigra var. henonis stand**. JapanJournal of the Japanese Society of Revegetation Technology,2007.

SILVA, A. et al. Análise topoclimática em unidade de conservação urbana a partir da temperatura e umidade do ar. **e-Scientia**, v. 4, n. 1, p. 21–30, 2011.

SILVEIRA, M. A **FLORESTA ABERTA COM BAMBU NO SUDOESTE DA AMAZÔNIA: PADRÕES E PROCESSOS EM MÚLTIPLAS ESCALAS**.109p. Dissertação (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília. 2001.

SILVERTOWN, J W; DOUST, J. L.Introduction to Plant Population Biology. **Blackwell Press**, v. 3, p. 210, 1993.

SOLANGAARACHCHI, S M; HARPER, J. L. The effect of canopy filtered light on the growth of white clover *Trifoliumrepens*. **Oecologia**, v. 71, p. 372–376, 1987.

SPOLIDORO, P. V. **Características dendrométricas e propriedades físicas dos colmos de *Bambusa vulgaris* e *Bambusa tuldoidea***.55p. Dissertação -Universidade Federal Rural Do Rio De Janeiro, Seropédica.2008.

STUEFER, J. F. Potential and limitations of current concepts regarding the response of clonal plants to environmental heterogeneity. **Vegetatio**127, 55-70, 1996.

SUZAKI, T.; NAKATSUBO, T. Impact of the Bamboo *Phyllostachys bambusoides* on the Light Environment and Plant Communities on Riverbanks. **the Journal Of 20Th Century Contemporary French Studies**, v. 6, n. April 1997, 2001.

TANAKA, N. Tree invasion into patchy dwarf-bamboo thickets within a climax beech-fir forest in Japan. Diversity and Pattern in Plant Communities. **The Hague**, p. 253–251, 1988.

TAYLOR, A H.; ZISHENG, Q. Structure and dynamic of bamboo in the Wolong natural reserve, China. **American Journal of Botany**, v. 80, n. 4, p. 375–384, 1993.

TELÉSFORO, G. B. Estação Ecológica Da Ufmg: Espaço De Conhecimento, Prática Da Educação Ambiental E Conservação Da Natureza. **10 Encontro Nacional de Práticas de Ensino em Geografia**, 2009.

YE, X. H.; YU, F. H.; DONG, M. A trade-off between guerrilla and phalanx growth forms in *Leymus secalinus* under different nutrient supplies. **Annals of Botany**, v. 98, n. 1, p. 187–191, 2006.