

## **Sucessão ou deriva? Dinâmica temporal de uma comunidade vegetal de cerrado**

FLÁVIA M. D. MARQUITTI<sup>1,4</sup>, LARISSA S. PEREIRA<sup>2</sup>, LUCAS A. KAMINSKI<sup>1</sup>, PAULA M. OMENA<sup>1</sup> e RODOLFO C. R. DE ABREU<sup>3</sup>

F. M. D. MARQUITTI *et al.*: Dinâmica de uma comunidade vegetal de cerrado

---

<sup>1</sup> PPG-Ecologia, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-970, Campinas, SP.

<sup>2</sup> PPG-Biologia Vegetal, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-970, Campinas, SP.

<sup>3</sup> PPG-Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, 13566-590, São Carlos, SP.

<sup>4</sup> Autor para correspondência: flamarquitti@gmail.com

**RESUMO** – (Sucessão ou deriva? Dinâmica temporal de uma comunidade vegetal de cerrado). Comunidades vegetais estão sujeitas a dois processos de dinâmica temporal, a deriva e a sucessão. Na deriva, alterações na estruturação e composição de espécies flutuam de maneira aleatória ou cíclica, já na sucessão, as alterações seguem uma seqüência direcional. Em ambos os casos, distúrbios podem ser fatores importantes nos processos de dinâmica. Em comunidades savânicas, a frequência e a regularidade de eventos de fogo pode gerar sistemas vegetacionais abertos com padrões temporais que variam desde aleatórios até cíclicos. Investigamos a dinâmica de uma comunidade de cerrado com ausência de fogo há mais de 30 anos usando o acúmulo de biomassa e o número de indivíduos. Utilizamos o método de parcelas e fizemos regressões lineares do número de indivíduos x tempo, da biomassa ( $\text{ton.ha}^{-1}$ ) x tempo e da área basal total x tempo. Observamos uma diminuição do número de indivíduos, um aumento da biomassa e uma diminuição da área basal total ao longo do tempo. O aumento da biomassa, a diminuição da área basal e do número de indivíduos indica que a comunidade pode estar em processo de sucessão. No entanto, outros fatores indicam que a comunidade esteja passando por uma deriva cíclica, sendo sucessional dentro de um ciclo (e.g. quando analisado o primeiro ano de coleta). A diminuição da área basal total quando analisada juntamente com o aumento da biomassa indicam que essa comunidade deve estar aumentando sua biomassa pelo aumento em altura. Sugerimos que a dinâmica em uma comunidade de cerrado deve ser dependente não só do tempo, mas também da frequência dos eventos de fogo.

Palavras-chave: biomassa, deriva, fogo, savana, sucessão.

## Introdução

As unidades vegetacionais são permanentemente sujeitas a mudanças estruturais e de composição no espaço e no tempo (Schulze *et al.* 2002). A dinâmica temporal na estrutura da comunidade vegetal e os padrões de mudanças correspondentes estão fortemente associados às diferentes demandas das espécies, aos ciclos de vida e mecanismos para reprodução, às respostas a pressão competitiva, e à disponibilidade de recursos no ambiente. Dois tipos de dinâmica nas comunidades vegetais são descritas, a primeira, conhecida como deriva, ocorre em comunidades vegetais maduras em que as alterações na estruturação e na composição de espécies vegetais não seguem uma linearidade, flutuando de maneira aleatória ou cíclica (Stone & Ezrati 1996, Schulze *et al.* 2002). O segundo tipo de dinâmica, a sucessão, ocorre de maneira direcional e há uma seqüência na estruturação e no estabelecimento de espécies, sendo que as novas se estabelecem quando encontram condições apropriadas, mesmo com alterações das chances de estabelecimento ao longo do tempo (Crawley 1997). Em ambos os casos, distúrbios de diversas naturezas podem ser fatores importantes na promoção dos processos de dinâmica vegetacional.

Os processos de dinâmica que ocorrem em savanas diferem em vários aspectos dos processos de dinâmica de florestas (Hoffmann *et al.* 2003). Enquanto fisionomias florestais tendem a evoluir para sistemas fechados sucessionais que acumulam biomassa, ambientes de savana são afetados por queimadas periódicas que geram sistemas abertos com padrões cíclicos. O Cerrado é a mais extensa formação savânica da América do Sul (Oliveira-Filho & Ratter 2002). Embora as diferentes fitofisionomias do cerrado (campo limpo, campo sujo, cerrado *sensu stricto* e cerradão) possam ser classificadas de acordo com um gradiente de áreas mais abertas para áreas mais fechadas, não existe necessariamente uma direção. Isto porque fatores como a sazonalidade do clima e o tipo de solo têm grande importância na estruturação do tipo de vegetação capaz de se estabelecer localmente (Eiten 1972, Furley & Ratter 1988).

A atividade humana tem influenciado a fisionomia dos ecossistemas savânicos por meio de mudanças nos regimes de distúrbios tais como, alteração no regime do fogo, erradicação de

herbívoros nativos, introdução de animais pastadores e plantas exóticas (Galíndez *et al.*, 2009). Neste sentido, investigamos a dinâmica estrutural ao longo de 15 anos em uma comunidade de cerrado sem influência de fogo há pelo menos três décadas (P. Ruffino, comunicação pessoal). Tivemos como objetivo responder a seguinte pergunta: qual a biomassa acumulada e a densidade de uma comunidade de cerrado sem fogo ao longo do tempo? Nossa hipótese é que a dinâmica de cerrado sem fogo siga o modelo sucessional com aumento da biomassa acumulada e diminuição do número de indivíduos com o tempo. Nossa previsão é que a razão biomassa seja maior nos últimos anos e, que o número de indivíduos seja menor, indicando assim uma mudança para uma fitofisionomia mais florestal que a anterior.

### **Material e métodos**

Área de Estudo – Realizamos o trabalho em um fragmento representante da vegetação savânica do domínio Cerrado (Coutinho 2006). O fragmento é denominado Valério e está inserido na Unidade de Conservação de Proteção Integral de Itirapina (EEI – 22°15' S; 47°49' O) cuja vegetação representa no Cerrado *sensu stricto* o Cerrado Denso (Ribeiro & Walter 1998). O Cerrado Denso apresenta vegetação mais densa e alta, caracterizada principalmente pelo estrato arbóreo preponderando sobre o estrato arbustivo-herbáceo. Dentre os subtipos de vegetação de cerrado, o Cerrado Denso é o que apresenta vegetação mais densa e alta, caracterizada principalmente por vegetação arbórea, com o estrato arbustivo e o estrato herbáceo mais ralos. O clima da região é do tipo Cwa (Köppen 1948) mesotérmico com inverno seco e verão chuvoso (Prado 1997). Geomorfologicamente a região insere-se na “Província de Cuestas Basálticas” no Planalto de São Carlos em localidade próxima aos limites das escarpas da depressão periférica (Ponçano *et al.* 1981).

Coleta de Dados – Para coleta dos dados estruturais sobre a comunidade vegetal local, utilizamos uma parcela permanente de 40 x 40 m composta por 64 sub-parcelas de 5 x 5 m, totalizando uma

área de 0,16 ha. Realizamos coletas de medidas de diâmetro, altura e identificação das espécies no ano de 2010. Tais coletas são feitas desde 1994, com interrupções nos anos de 1998 e 2000. O critério de inclusão adotado foi perímetro a altura do solo (PAS)  $\geq 9$  cm. O ano de 1994 foi excluído das análises por apresentar valores discrepantes de biomassa e área basal, mas são apresentados nos gráficos (figura 1).

Análises – Como estimativa da densidade, usamos o número de indivíduos na parcela por ano. Fizemos uma regressão linear simples de número de indivíduos x tempo. Além disso, categorizamos os indivíduos em classes de tamanho de acordo com a distribuição diamétrica dos mesmos, sendo as 25% menores da classe pequena, as 25% maiores da classe grande e as 50% intermediárias da classe média. Com esta subdivisão visamos identificar como se os padrões observados dentro das classes eram os mesmos observados para a comunidade. Para cada classe de tamanho, fizemos uma regressão linear simples de número de indivíduos x tempo.

Como estimativa da variação da biomassa do cerrado em que trabalhamos, calculamos o volume cilíndrico em pé das árvores de PAS  $\geq 9$  cm. Usamos o valor de densidade (d) da madeira de  $d = 0,65 \text{ g/cm}^3$  (Rafael Oliveira, dados não publicados), transformamos o volume em massa (biomassa –  $\text{ton.ha}^{-1}$ ) e fizemos uma regressão linear simples de biomassa x tempo. Adicionalmente, também utilizamos o valor total de área basal por ano como outra estimativa da biomassa individual e efetuamos a regressão linear simples de área basal média x tempo.

Para verificar o incremento em altura individual fizemos uma regressão linear de médias de alturas x tempo.

## **Resultados**

Encontramos uma diminuição linear do número de indivíduos ao longo dos anos (figura 1A;  $p < 0,001$ ). A diminuição do número de indivíduos foi maior nas plantas menores ( $p < 0,0001$ ; figura 2A) e intermediárias ( $p < 0,0001$ ; figura 2B) do que nas plantas maiores ( $p < 0,005$ ; figura

2C). A biomassa ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) aumentou com o tempo ( $p < 0,005$ ; figura 1B). A área basal total diminuiu com o tempo ( $p < 0,005$ ; figura 1C). A média de alturas aumentou ao longo dos anos ( $p < 0,0001$ ; figura 3).

### **Discussão**

A diminuição do número de indivíduos somado ao aumento da biomassa acumulada ao longo do tempo são indícios de uma direção na dinâmica da comunidade de cerrado estudada. Nesse sentido, dentro do nosso recorte espaço-temporal, a comunidade segue um modelo sucessional (Crawley 1997). Ao contrário do esperado, a queda no número de indivíduos não foi acompanhada por um incremento em área basal, mas sim por uma diminuição, sugerindo que a comunidade experimenta um processo de degeneração natural. Entretanto, o aumento da biomassa ( $\text{ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) detectado aponta para um crescimento em altura em detrimento do crescimento secundário das plantas que permanecem na comunidade ao longo da série temporal. Dessa forma, mesmo que o número de indivíduos decresça sugerimos que a sucessão no cerrado possa ser caracterizada pelo aumento da altura das plantas sobreviventes. A redução do número de plantas pequenas e médias ao longo do tempo pode ser consequência de uma mortalidade diferencial ou de uma redução no ingresso de plantas nessas classes de tamanho. A mortalidade diferencial pode ser devido a não tolerância de espécies heliófilas, principalmente na classe intermediária, ao sombreamento provocado pelo aumento da altura da vegetação. Já a redução de ingressantes poderia estar relacionada a uma maior dificuldade das plântulas se estabelecerem em substratos sombreados decorrentes da presença de uma vegetação densa. Por outro lado, o número de indivíduos grandes permaneceu mais estável ao longo do tempo.

Apesar da longa escala de tempo deste trabalho, 15 anos não foram suficientes para detectar a ocorrência de ciclos ou estabilidade da dinâmica da comunidade. Adicionalmente, os dados de biomassa calculados para 1994, não incluídos nas análises, podem ser um indício de uma dinâmica de deriva cíclica que a partir de 1995 apresenta um modelo sucessional. A direcionalidade na

transição de áreas de cerrado *sensu stricto* para cerradão tem sido um padrão recorrente nas unidades de conservação de cerrado no estado de São Paulo, e muito tem se discutido sobre o quanto esse é um processo natural ou resultado do atual isolamento destas áreas (ver Durigan & Ratter 2006). O fogo é considerado um dos principais fatores relacionados aos mecanismos de amortecimento ecológicos em formações savânicas (Jeltsch *et al.* 2000). Além disso, o fogo impede a transição de vegetação savânica a florestal, através da mortalidade sobre plântulas e arbustos e restrição do desenvolvimento de árvores que chegariam ao dossel. A baixa frequência e/ou ausência do fogo na comunidade vegetal pode determinar mudanças estruturais que resultam no aumento da área basal, no volume e na riqueza de espécies (Henriques 1993).

A área de estudo encontra-se há quase 30 anos como Unidade de Conservação de Proteção Integral, de acordo com o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (IF 2000), o que nos leva a acreditar que há pouca probabilidade de ocorrência de incêndios ocasionais na área. Nossos resultados sugerem que a ausência do fogo ao longo do tempo poderá favorecer o processo sucessional na dinâmica da comunidade. Por termos estudado uma área sem perturbações por fogo há muito tempo, sugerimos que a direcionalidade da dinâmica em uma comunidade de cerrado deve ser uma dependente não só do tempo, mas também esteja em função da frequência dos eventos de fogo.

### **Referências bibliográficas**

- COUTINHO, L.M. 2006. O conceito bioma. *Acta Botanica Brasilica* 20: 1-11.
- CRAWLEY, M.J. 1997. The structure of plant communities. *In* *Plant Ecology* (M.J. Crawley, ed.) Blackwell Scientific Publications, Oxford. p. 475-531.
- DURIGAN, G. & RATTER, J.A. 2006. Successional changes in cerrado and cerrado/forest ecotonal vegetation in Western São Paulo state, Brazil, 1962–2000. *Edinburgh Journal of Botany* 63: 119-130.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of Brazil. *Botanical Review* 38:201-341.

- FURLEY, P.A. & RATTER, J.A. 1988. Soil resources and plant communities of the central Brazilian cerrado and their development. *Journal of Biogeography* 15:97-108.
- GALÍNDEZ, G., BIGANZOLI, F., ORTEGA-BAES, P. & SCOPED, A.L. 2009. Fire responses of three co-occurring Asteraceae shrubs in a temperate savanna in South America. *Plant Ecology* 202:149-158.
- HENRIQUES, R.P.B. 1993. Organização e estrutura das comunidades vegetais de cerrado em um gradiente topográfico no Brasil Central. Tese de Doutorado, Universidade de Campinas, Campinas.
- HOFFMANN, W. A., ORTHEN, B. & NASCIMENTO T. K. V. 2003. Comparative fire ecology of tropical savanna and forest trees. *Functional Ecology* 17:720-726.
- IF - INSTITUTO FLORESTAL. 2006. Plano de manejo Integrado das Unidades de Itirapina. Dados não publicados.
- JELTSCH, F., WEBER, G.E. & GRIMM V. 2000. Ecological buffering mechanisms in savannas: A unifying theory of long-term tree-grass coexistence. *Plant Ecology* 161: 161-171.
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia*. Fondo de Cultura Económica, México.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., AND J.A. RATTER. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the cerrado biome. *In* The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, New York, pp. 91-120.
- PONÇANO, W.L., CARNEIRO, C.D.R., BRITICHI, C.A., ALMEIDA, F.F.M. & PRANDINI, F.L. 1981. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. v.1. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo.
- PRADO, H. 1997. Os solos do Estado de São Paulo: mapas pedológicos. Editora Hélio do Prado, Piracicaba.
- RIBEIRO, JF. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do bioma cerrado. *In* Cerrado: ambiente e flora (S.M. Sano & S.P. Almeida, eds.). Embrapa/CPAC, Brasília. p. 89-166.
- SCHULZE, E.D., BECK, E., & MÜLLER-HOHENSTEIN, K. 2002. *Plant ecology*. Springer, Berlin.

STONE, L., & EZRATI S. 1996. Chaos, cycles and spatiotemporal dynamics in plant ecology.

Journal of Ecology 84: 279-291.

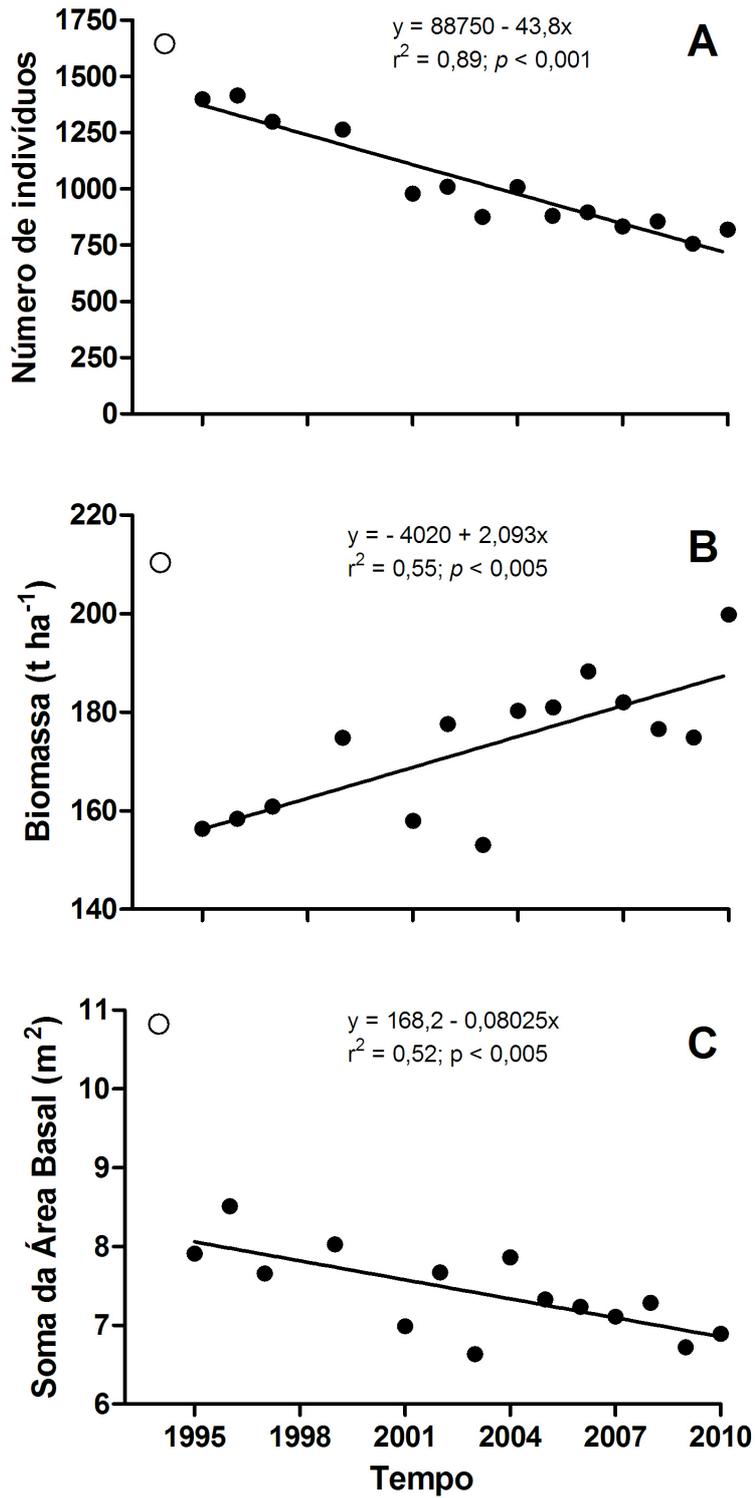


Figura 1. Número de indivíduos (A), biomassa em tonelada por hectare (B) e soma da área basal total (C) ao longo dos anos. Em todos os gráficos o círculo aberto representa o ano de 1994.

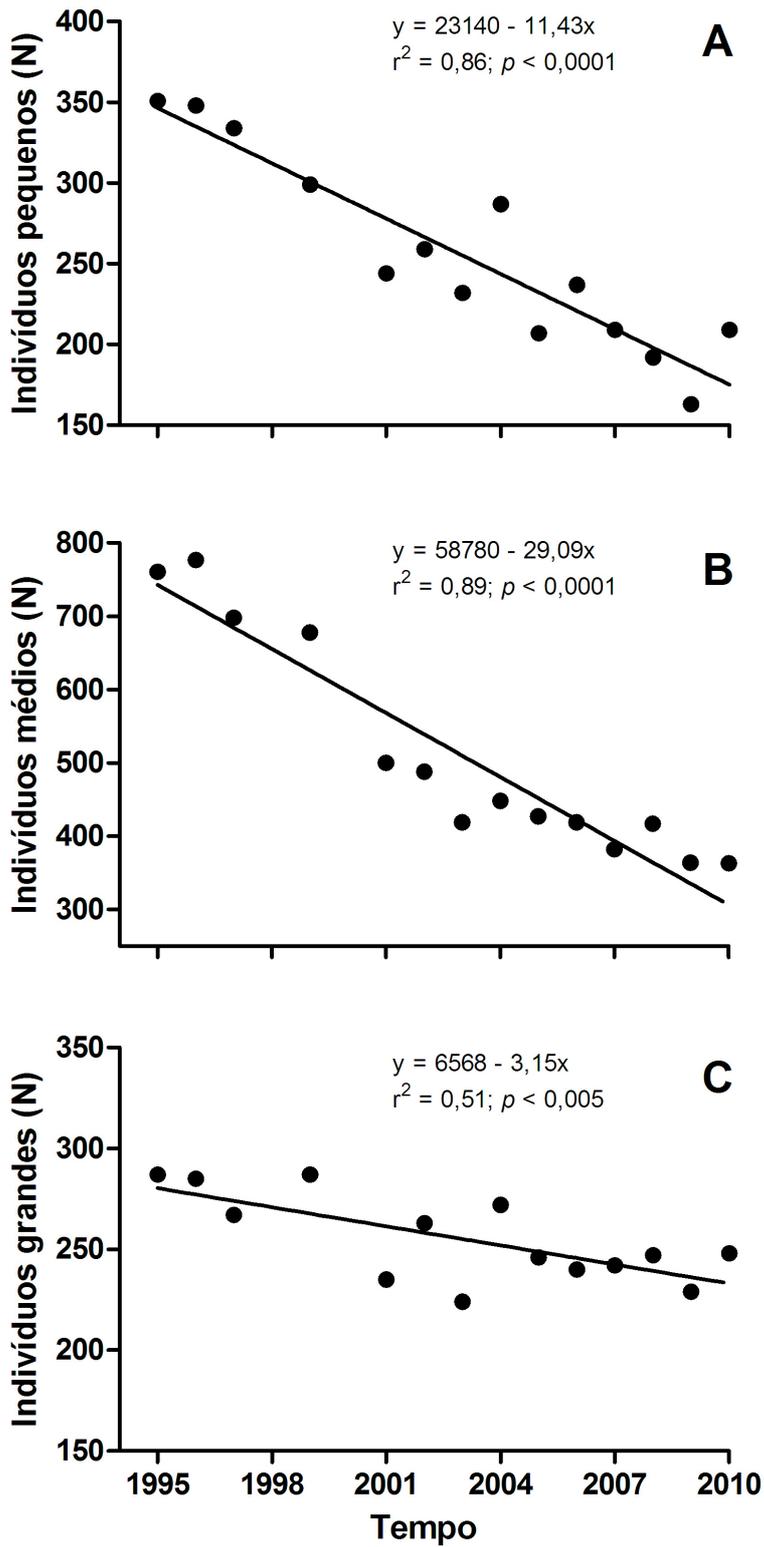


Figura 2. Número de indivíduos nas classes de tamanho de diâmetro pequeno (A), médio (B) e grande (C) ao longo do tempo.

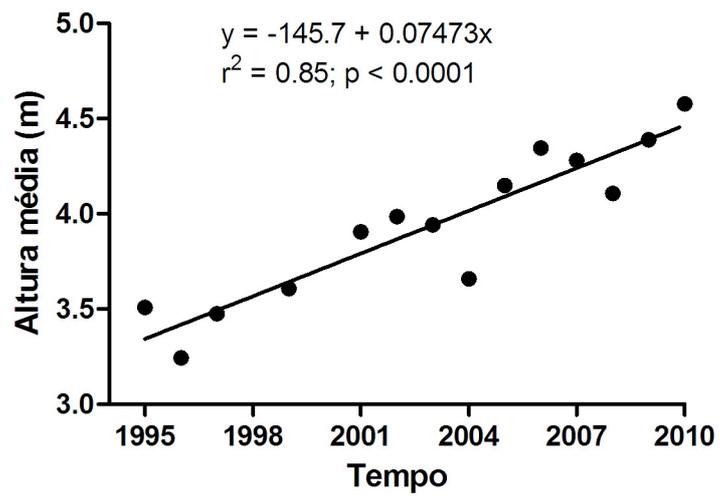


Figura 3. Média de altura dos indivíduos ao longo do tempo.