



Encontro Internacional sobre Gestão  
Empresarial e Meio Ambiente

ISSN: 2359-1048  
Dezembro 2016

## **Estudo técnico como contribuição a políticas públicas de conservação e recuperação de áreas de Cerrado: variação da temperatura diuturna dos solos e a regeneração da vegetação**

**CRISTIANO CAPELLANI QUARESMA**  
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO - UNINOVE  
quaresmacc@uninove.br

**ARCHIMEDES PEREZ FILHO**  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP  
archi@ige.unicamp.br

**MAURICIO LAMANO FERREIRA**  
mauecologia@yahoo.com.br

**AMARILIS LUCIA CASTELI FIGUEIREDO GALLARDO**  
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO - UNINOVE  
amarilislcfgallardo@gmail.com

## **Estudo técnico como contribuição a políticas públicas de conservação e recuperação de áreas de Cerrado: variação da temperatura diuturna dos solos e a regeneração da vegetação.**

### **Resumo**

Muitos trabalhos destacam a riqueza da biodiversidade do cerrado. Entretanto, o uso indiscriminado desse recurso o colocou em situação de risco. Diante disso, surgem importantes políticas públicas com a finalidade de promover a conservação, recuperação e o manejo sustentável desse bioma. Porém, esses objetivos se esbarram na falta de estudos técnicos, dificultando o direcionamento adequado de ações. Assim, visando fornecer subsídios técnicos à estas, o presente trabalho objetivou mensurar oscilações diuturnas de temperatura dos solos e suas relações com a regeneração da vegetação de cerrado. Tratando-se de estudo exploratório, baseado em levantamento bibliográfico e estudo de caso, acompanhado de coleta de amostra de solo, análise laboratorial e medições de temperatura em campo, as atividades se desenvolveram em dois pontos selecionados no interior da Estação Ecológica de Jataí – SP/Brasil. Os resultados permitiram verificar maiores variações de temperatura diuturna nos primeiros 20cm do solo caracterizado por apresentar menores teores de argila. Os dados obtidos podem indicar impactos na quebra de dormência de sementes e no desenvolvimento de raízes de pequenas mudas dificultando o processo de regeneração. Assim, as informações ora apresentadas podem contribuir para o aprimoramento de políticas públicas de recuperação deste importante tipo de vegetação.

**Palavras Chave:** Gestão de áreas degradadas; Vegetação de cerrado; Nucleação; Germinação de sementes;

### **Influence of diurnal variation of soil temperature in savana vegetation regeneration: Contributions to public policy management of degraded areas**

#### **Abstract**

Many studies highlight the richness of the Savana biodiversity. However, the indiscriminate put this resource at risk. Thus, there are important public policies in order to promote the conservation, restoration and sustainable management of this biome. However, these goals are bump in the absence of technical studies, hindering the proper direct actions. Thus, to provide technical support to these, this study aimed to measure diuturnal fluctuations in temperature of the soil and its relations with the regeneration of savana vegetation. Since this is an exploratory study, based on literature review and case study, accompanied by soil sample collection, laboratory analysis and temperature measurements in the field, the activities was developed in two selected points on the inside of the Ecological Station of Jataí - SP /Brazil. The results showed greater variations in diurnal temperature in the first 20 cm of soil characterized by having lower clay content. The data may indicate impact on seed dormancy breaking and developing of small seedling roots impairing the regeneration process. Thus, the information presented may contribute to the improvement of public policies of recovery of this important type of vegetation.

**Key-words:** Management of degraded areas; savana vegetation; nucleation; seed germination;

## 1 Introdução e Justificativa

Muitos trabalhos têm destacado a riqueza da flora do cerrado, apontando-a como importante recurso farmacológico ao tratamento e ao combate das doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas e Alzheimer, além de seu significativo potencial para utilização na alimentação humana e animal, bem como na indústria química, para a produção de aromas, tinturas e corantes.

Segundo Dias (1992), a riqueza biológica deste importante bioma pode ser observada a partir de dados de sua biodiversidade, estimada em cerca de 160.000 espécies de plantas, fungos e animais.

Entretanto, o uso indiscriminado desse recurso, associado ao processo de uso e ocupação das terras, que desconsidera as limitações, fragilidades e capacidade de uso das mesmas, bem como à falta de adoção de um sistema eficiente de manejo sustentado, tem colocado em risco esse importante recurso natural, apesar de seu potencial de exploração extrativista.

De acordo com Quaresma (2008), o inventário florestal do estado de São Paulo, realizado pelo Instituto Florestal na primeira década do presente século, revelou devastação preocupante das áreas de vegetação de cerrado existentes neste estado, principalmente em municípios do interior, a exemplo de Araçatuba e São José do Rio Preto, que, em menos de dez anos, perderam respectivamente 16,2% e 12,6% de sua cobertura vegetal natural.

Durigan, Siqueira e Franco (2007) apontam que a vegetação de cerrado, que recobria originalmente cerca de 14% do estado de São Paulo, após um drástico processo de desmatamento, passou a ocupar apenas 0,81% da área desse estado. Entretanto, segundo os referidos autores, mesmo este percentual remanescente encontra-se espalhado em milhares de pequenas áreas, rodeadas por pastagens, cana-de-açúcar, soja, reflorestamento, plantações perenes e zonas urbanas.

A progressiva mecanização da lavoura e a facilidade de limpar e adubar a terra têm contribuído para a degradação acelerada desta importante vegetação nativa, a qual foi progressivamente substituída por pastagens e por culturas de cana-de-açúcar. Assim, a ação desenfreada do sistema antrópico sobre o ambiente natural permitiu a redução do cerrado paulista para menos de 1% em relação ao século passado.

Apesar deste quadro, as políticas públicas do passado negligenciaram as iniciativas de conservação do cerrado, tendo em vista que seu foco principal se direcionou para a floresta Amazônica.

Esta realidade começa a se alterar apenas nos primeiros anos do século XXI, com o reconhecimento da seriedade do problema, o qual gerou uma série de iniciativas públicas e privadas, bem como de organizações não governamentais (ONGs), com vias a promover práticas que possibilitassem o uso sustentável dos recursos naturais do cerrado.

Dentre tais iniciativas, pode ser citada a da Rede Cerrado, uma rede de ONGs, que, em 2003, submeteu um documento técnico ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), destacando medidas urgentes para a conservação do cerrado. Tal documento serviu de base para a criação do Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Cerrado, também conhecido como Programa Cerrado Sustentável, no ano de 2005. Tal Programa tem por finalidade promover a conservação, recuperação e o manejo sustentável de ecossistemas do Cerrado, além de incentivar a valorização e o reconhecimento de suas populações tradicionais.

Além desses esforços, universidades e governos estaduais também têm trabalhado para a criação, ampliação e consolidação de áreas de proteção e das redes de unidades de conservação.

Entretanto, a gestão adequada das áreas de proteção de vegetação de Cerrado, bem como a adequada aplicação de políticas públicas voltadas para a conservação e

sustentabilidade de tais áreas, depende da realização de trabalhos técnicos que permitam melhor embasamento às ações adotadas. Tal dependência se justifica ainda mais tendo em vista que, ao analisar-se a literatura existente, verifica-se que os estudos voltados para a recuperação de áreas degradadas do cerrado brasileiro não receberam a mesma atenção dada às florestas tropical e equatorial, estando ainda carente de trabalhos técnicos.

A carência de trabalhos técnicos dificulta a criação de políticas públicas e o direcionamento adequado de ações voltadas à conservação e recuperação de áreas de cerrado, resultando assim em perdas significativas de investimentos públicos e privados, os quais poderiam ser utilizados de forma mais eficiente, garantindo melhores resultados.

Como exemplo, pode ser citada a falta de trabalhos que avaliam os efeitos das oscilações de temperatura em solos arenosos, expostos pela remoção da cobertura vegetal natural, na germinação de sementes e na recuperação de ambientes, antes ocupados por espécies do cerrado.

Trata-se de informação de grande relevância, uma vez que uma das principais técnicas adotadas na recuperação de áreas degradadas de cerrado trata-se da nucleação, por meio de plantio de mudas ou por transposição de chuva de sementes.

Deste modo, torna-se importante verificar os efeitos não isolados da temperatura ambiente, mas os efeitos da interação das oscilações de tal variável com os diferentes tipos e propriedades dos solos, de modo a permitir melhor entendimento de sua influência na capacidade de germinação das sementes de espécies implantadas e de nortear ações de recuperação da vegetação nativa.

Assim, a fim de fornecer subsídios técnicos às políticas públicas e/ou privadas que visem a gestão, conservação e recuperação de áreas degradadas de vegetação de cerrado, bem como almejando preencher lacunas verificadas na bibliografia especializada sobre o tema, o presente trabalho objetivou mensurar oscilações diurnas de temperatura dos solos e suas relações com a regeneração da vegetação de cerrado em área degradada.

Na sequência, encontram-se apresentados os itens revisão bibliográfica, metodologia, resultados e discussões, e, por fim, as considerações finais, seguidas pela lista de referências bibliográficas utilizadas.

## **2 Revisão bibliográfica**

### **2.1 O Cerrado: importância e degradação**

Quaresma (2008) destacou que, com relação ao conceito de cerrado, a literatura existente é vasta e bastante controversa, apresentando grande quantidade de definições baseadas em conceitos distintos e aplicadas a diferentes regiões do planeta, sob critérios variados. O autor também destaca que grande parte dos trabalhos não esclarece com precisão a amplitude dos conceitos utilizados, o que gera confusões no entendimento, dificultando possíveis comparações e analogias.

Walter (2006) também destaca que tais imprecisões conceituais dificultam a definição de políticas de conservação, tendo em vista que a adoção de um conceito influencia diretamente na escolha das variáveis e atributos que caracterizam a vegetação estudada, bem como a definição de sua distribuição espacial e a relevância dos elementos e parâmetros responsáveis por sua existência, estrutura, organização e funcionamento.

Como exemplo de confusão conceitual, pode ser citada a frequente substituição do termo cerrado por savana na literatura existente. Entretanto, de acordo com Quaresma (2008), alguns pesquisadores não concordam com a ligação direta entre tais termos, à exemplo do trabalho de Ribeiro e Walter (1998), para os quais, tal problema pode ser superado pela consideração de três acepções técnicas sobre cerrado, a saber: Cerrado como Bioma, de

predomínio no Brasil Central; o Cerrado, no sentido amplo ou *lato sensu*, reunindo formações savânicas e campestres do bioma, incluindo desde o cerradão, que segundo os autores tratar-se-ia de uma formação florestal, ao campo limpo, sendo definido pela composição florística e pela fisionomia, sem considerações sobre a estrutura; e finalmente o Cerrado no sentido restrito ou *stricto sensu*, representando um tipo fitofisionômico presente na formação savânica, definido pela composição florística e pela fisionomia, devendo-se levar em consideração tanto a estrutura como as formas dominantes.

Assim, conforme apontado por Quaresma (2008), o cerrado no sentido restrito pode ser considerado como uma típica savana, porém o bioma cerrado não o poderia, tendo em vista que se refere a uma grande área geográfica, ou a um biossistema regional, caracterizado por um tipo principal de vegetação.

Destacadas as confusões conceituais presentes na literatura internacional, que prejudicam a tomada de decisão em relação à avaliação e recuperação de áreas ocupadas ou que já o foram por vegetação de cerrado, torna-se oportuno destacar trabalhos relevantes que apontam este tipo de vegetação como um dos mais importantes recursos, principalmente biológicos, do país.

De acordo com Ratter, Ribeiro e Bridgewater (1997), o bioma cerrado brasileiro, na década de 90, recobria cerca de 2 milhões de km<sup>2</sup>, extensão correspondente à uma área de 23% do território nacional, ou ao equivalente à mesma área da Europa Ocidental.

Segundo Dias (1992), a riqueza biológica deste importante bioma pode ser observada a partir de dados de sua biodiversidade, estimada em cerca de 160.000 espécies de plantas, fungos e animais.

Essa riqueza biológica pode ser atribuída à longa história do bioma, uma vez que sua existência pode ser comprovada por depósitos do Terciário (idade superior a 1 milhão de anos), a qual permitiu a evolução de interações complexas entre os organismos existentes (Ratter, Ribeiro e Bridgewater, 1997).

Além dessa diversidade apontada, verifica-se também uma grande variedade nas formas desse tipo de vegetação. Assim:

“The cerrado itself is very varied in form, ranging from dense grassland, usually with a sparse covering of shrubs and small trees, to an almost closed woodland with a canopy height of 12-15m” (Ratter, Ribeiro e Bridgewater, 1997, p. 223)

Trabalhos clássicos sobre o tema, à exemplo de Goodland (1971), relacionam tal variedade fitofisionômica aos diferentes graus de oligotrofia, ou características de fertilidade dos solos, com o predomínio de vegetação mais densa sobre solos férteis e de vegetação mais esparsa em solos caracterizados por carências de macro e micronutrientes.

Muitos trabalhos têm destacado a riqueza da flora do cerrado, apontando-a como importante recurso ao tratamento e ao combate a doenças crônicas e degenerativas, incluindo o câncer, doenças cardíacas e Alzheimer. Roesler et al. (2007) selecionaram um grupo de frutas típicas do cerrado, a saber araticum, banha de galinha, cagaita, lobeira e pequi, para fins de quantificação do total de compostos fenólicos e para avaliação da capacidade de sequestro de radicais livres, em outras palavras, para a verificação de seu potencial antioxidante. Os autores concluíram que os extratos etanólico e aquoso de casca de pequi, extrato etanólico de semente de cagaita, extrato etanólico de semente e casca de banha de galinha possuem excelente capacidade de sequestrar radicais livres. Os autores concluíram também que seus resultados demonstraram a possibilidade de aplicação economicamente viável e ambientalmente correta dos recursos do cerrado, principalmente para aplicação nos setores farmacêuticos, cosméticos e nutricionais.

Almeida, Proença e Ribeiro (1998) também descreveram 110 espécies com significativo potencial de utilização na alimentação humana e animal, medicina e farmacologia, bem como na indústria química, para a produção de aromas, tinturas e corantes.

Apesar da riqueza biológica e de seu potencial de utilização enquanto importante recurso, segundo Roesler et al. (2007), nos últimos 30 anos, a progressiva mecanização da lavoura e a facilidade de limpar e adubar a terra têm contribuído para a degradação acelerada desta importante vegetação nativa.

Assim, Durigan, Siqueira e Franco (2007) apontam que a vegetação de cerrado, que recobria originalmente cerca de 14% do estado de São Paulo, após um drástico processo de desmatamento, passou a ocupar apenas 0,81% da área desse estado. Entretanto, segundo os referidos autores, mesmo este percentual remanescente encontra-se espalhado em milhares de pequenas áreas, rodeadas por pastagens, cana-de-açúcar, soja, reflorestamento plantações perenes e zonas urbanas.

## **2.2 Políticas públicas e a conservação do cerrado**

A conservação da biodiversidade do cerrado faz parte da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Lei nº 6.938/81, a qual estabelece o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), composto por dois órgãos, a saber o Conselho de Governo e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Este, composto por órgãos federais e estaduais, bem como contando com a participação da sociedade civil, tem a função de elaborar normas e definir padrões ambientais (Granem, 2007).

No âmbito do SISNAMA, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) trata-se do órgão responsável pelo planejamento e coordenação da PNMA, enquanto que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), os órgãos estaduais de meio ambiente (OEMA) e os órgãos municipais são os responsáveis pela execução desta Política nas esferas nacional, estadual e municipal, respectivamente (Ganem, 2007).

Em 1994, o Brasil criou o Programa Nacional da Diversidade Biológica (Pronabio), instituído pelo Decreto nº 1.354/94, com vias a coordenar e implementar compromissos assumidos junto à Convenção sobre Diversidade Biológica (Brasil, 1994).

Por meio deste Programa, atribuiu-se ao MMA, pelo Decreto nº 4.339/2002, a tarefa de coordenar a implantação dos princípios e das diretrizes da Política Nacional da Biodiversidade.

Esta, segundo Ganem (2011), estabelece diretrizes para a conservação *in situ*, para o uso sustentável, para o estímulo ao setor privado em relação à conservação, à mitigação dos impactos e à sensibilização da sociedade para a proteção da biodiversidade.

Em 2003, pelo Decreto nº 4.703/2003, criou-se a Comissão Nacional da Biodiversidade (Conabio), sendo esta composta por representantes de órgãos governamentais e organizações da sociedade civil, cujo papel é o de discutir e implementar as políticas referentes à biodiversidade (Brasil, 2003).

Segundo Granem (2007), a Conabio visa promover a pesquisa, conservação e o uso sustentável, bem como avaliar, prever e mitigar impactos à biodiversidade, causados pelo uso e ocupação das terras.

Apesar destes avanços inerentes à PNMA, o bioma cerrado ficou à deriva, despertando pouco interesse das políticas públicas voltadas à conservação.

De acordo com Klink e Machado (2005), as políticas públicas do passado negligenciaram as iniciativas de conservação do Cerrado, tendo em vista que seu foco principal se direcionou para a floresta Amazônica.

Granem (2011) também observa que a Constituição Federal considerou a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira como patrimônio nacional, deixando o cerrado excluído do mesmo.

Segundo Cavalcanti e Joly (2002), tendo em vista o grau de alteração e de degradação do bioma cerrado, criaram-se, no início do século XXI, condições ideais para a adoção de ações voltadas para o uso consciente do mesmo, calcado nos princípios de conservação e da sustentabilidade, bem como que unissem diferentes setores da sociedade

Assim, percebe-se que o cerrado recebe atenção especial a partir de 2003, período em que surgem importantes iniciativas e avanços das políticas públicas sobre este bioma, especialmente pelo levantamento da cobertura vegetal e das áreas prioritárias para a conservação, bem como pelo monitoramento da remoção da vegetação nativa deste bioma (Granem, 2011).

Em 2003, uma rede de organizações não governamentais (ONGs), conhecida pelo nome de Rede Cerrado foi estabelecida para promover localmente a adoção de práticas para o uso sustentável dos recursos naturais.

Esta Rede, segundo Klink e Machado (2005), encaminhou um documento conceitual ao MMA com recomendações para a adoção de medidas para a conservação do cerrado. Baseado em tal documento, o MMA definiu um grupo de trabalho que, em 2004, propôs um programa de conservação intitulado de Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável do Bioma Cerrado, também conhecido por Programa Cerrado Sustentável.

Este Programa, instituído pelo Decreto nº 5.577/2005, objetiva promover a conservação, a restauração, a recuperação e o manejo sustentável de ecossistemas do bioma cerrado, bem como a valorização e o reconhecimento de suas populações tradicionais.

Este decreto, em seu artigo terceiro, também institui a Comissão Nacional do Programa Cerrado Sustentável (CONACER), a qual passa a atuar como instância consultiva e colegiada, competindo-lhe, dentre outras: a) acompanhar e avaliar a implementação do Programa; b) identificar e propor áreas geográficas a ações prioritárias para a implementação do Programa; c) criar e coordenar câmaras técnicas para promover a discussão e a articulação em temas relevantes ao Programa.

Apesar destes avanços importantes, Klink e Machado (2005) destacam que existem desafios futuros às políticas públicas voltadas à conservação do cerrado, dentre as quais os novos e necessários investimentos em sistemas de transporte em áreas deste bioma, os quais não receberam investimentos devidos desde meados dos anos 80, resultando em seu sucateamento. Tal problema de infraestrutura de transporte se coloca como obstáculos à competitividade dos produtos agropecuários nacionais frente ao cenário internacional, haja vistos os maiores custos de frete, o que exigirá ações por parte do poder público e privado, impactando as áreas remanescentes de cerrado.

Além disso, o “conhecimento sobre a biodiversidade e as implicações das alterações no uso da terra sobre o funcionamento dos ecossistemas serão fundamentais para o debate desenvolvimento *versus* conservação”. Este último desafio reside no fato de que, apesar dos avanços recentes na pesquisa científica, seu impacto ainda tem sido modesto na tomada de decisões, em parte pela inexistência de trabalhos mais orientados para a resolução de problemas (Cavalcanti e Joly, 2002).

### **2.3 Recuperação de áreas degradadas de Cerrado**

A literatura especializada que se concentra no estudo da recuperação de áreas degradadas do cerrado brasileiro, à exemplo de Ribeiro e Oliveira (2006), concorda que este tipo de vegetação não recebeu a mesma atenção dada às florestas tropical e equatorial, o que dificulta as ações de reabilitação de áreas degradadas. Para estes autores, as publicações

referentes à recuperação ambiental de áreas do bioma cerrado focaram principalmente nas Matas Galerias, deixando de lado as áreas de cerrado *stricto sensu* e as diferentes formas de campos e veredas, sobre as quais “praticamente não existe informação”.

Ainda, segundo Ribeiro e Oliveira (2006), o conhecimento dos aspectos reprodutivos das espécies consideradas quanto a sua dispersão e propagação, bem como a disponibilidade de mudas e a sua tolerância às condições de plantio devem ser consideradas.

Uma das técnicas mais recomendadas à recuperação de áreas de cerrado trata-se da nucleação, que permite a aceleração da colonização de uma área a partir de uma ou mais espécies promotoras, tal como destacado por Yarranton e Morrison (1974).

Segundo Bechara et al. (2007), a recuperação convencional de áreas degradadas, baseada em bosques, permite o desenvolvimento significativo em volume de madeira, porém com baixa diversidade de espécies. Já as técnicas alicerçadas no processo ecológico de nucleação formam microhabitats em núcleos propícios para a chegada de uma série de espécies de todas as formas de vida, que num processo de aceleração sucessional, irradiam diversidade por toda a área.

Dentre as técnicas de nucleação existentes, podem ser citadas a transposição do solo, transposição de galharia, poleiros naturais e artificiais, plantio de mudas e transposição de chuva de sementes (REIS, et al., 2003). Esta última técnica exige a captura de sementes dispersas em áreas naturais, as quais são utilizadas para a produção de mudas ou para semeada direta em áreas a serem restauradas.

Segundo Ribeiro e Oliveira (2006), a anemocoria, ou dispersão pelo vento, tem se demonstrado como síndrome de dispersão mais comum entre as espécies do cerrado *lato sensu*. Desse modo, quer seja por dispersão natural, ou por semeadura, o sucesso da germinação depende de sua ecofisiologia, a qual permite melhor entendimento das condições que determinam a longevidade das sementes nos solos, bem como o desenvolvimento das espécies de plantas diante das condições ambientais naturais.

Dentre os fatores que regulam a germinação das sementes, podem ser citadas as condições de temperatura e de luminosidade. De acordo com Labouriau e Labouriau (1983), algumas espécies apresentam sementes que respondem melhor à presença de luz (efeito fotoblástico positivo), enquanto outras germinam na ausência da mesma (efeito fotoblástico negativo). Tal informação se torna indispensável às iniciativas que visem a recuperação da cobertura vegetal de áreas modificadas pela ação antrópica, bem como à escolha de espécies que deverão ser utilizadas na reabilitação de ambientes degradados, pois, conforme observado por Silva et al. (2002), as espécies pioneiras são aquelas que respondem melhor à presença de luz, enquanto que as sementes de espécies secundárias e de clímax respondem à ausência de luz, podendo germinar à sombra do dossel de plantas pré-existentes.

Além da luminosidade, a temperatura trata-se de outro aspecto que influencia a capacidade germinativa das espécies vegetais. Assim, de acordo com Bewley e Black (1994), cada espécie apresenta uma determinada faixa de flutuação de temperatura em que pode germinar.

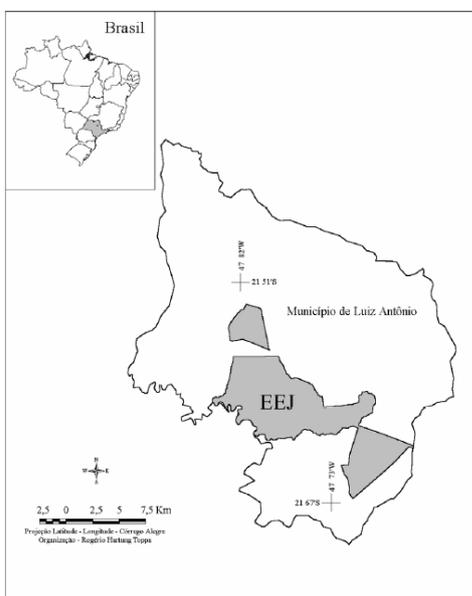
O estudo realizado por Silva et al. (2002) pode ser citado como exemplo de trabalho relevante que buscou avaliar a influência de diferentes condições de temperatura no comportamento germinativo de espécies. Tais autores buscaram verificar o efeito da temperatura na germinação de sementes de Aroeira (*Myracrodrum urundeuva* Allemão), espécie florestal, que ocorre naturalmente em países como o Brasil, Bolívia e Paraguai, sendo característica de terrenos secos e rochosos.

Entretanto, com base na abordagem sistêmica, torna-se importante verificar os efeitos não isolados da temperatura ambiente, mas os efeitos da interação das oscilações de tal variável com os diferentes tipos e propriedades dos solos.

Solos argilosos possuem maior capacidade de retenção de umidade, em comparação à solos arenosos, o que pode influenciar nas variações de temperatura diuturna de sua camada superficial (QUARESMA, 2008). Tal fato se deve às propriedades físicas e químicas das partículas de argila. Assim, de acordo com Pinto (2006), substituições isomórficas nas estruturas dos tetraedros de sílica e dos octaedros de hidróxido de alumínio, pertencentes às camadas da estrutura mineralógica dos argilominerais, geram cargas negativas não neutralizadas nas superfícies das partículas coloidais (LEPSCH, 2002), as quais possibilitam a adsorção de nutrientes e de moléculas dipolarizadas de água (PRESS, et al, 2006).

### 3 Metodologia

Para a realização do objetivo proposto, adotou-se como estudo de caso a Estação Ecológica de Jataí, localizada no município de Luis Antonio, situado na região nordeste do estado de São Paulo/ Brasil (Figura 1).



**Figura 1. Localização da Estação Ecológica de Jataí (EEJ), município de Luis Antônio/SP.**

Fonte: Toppa, R. H. (2004) Estrutura e diversidade florística das diferentes fisionomias de Cerrado e suas correlações com o solo na Estação Ecológica de Jataí, Luis Antônio, SP – São Carlos, (Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, 2004). 127.

Tal Estação, trata-se de uma Unidade de Conservação importante, com áreas significativas de vegetação de cerrado em diferentes estágios de recuperação.

Escolheu-se a medição de variações de temperatura ambiente e nos solos por tratar-se de informação importante ao processo de regeneração da cobertura vegetal natural, tal como observado por Bewley e Black (1994) e por Silva et al. (2002). Desse modo, tais medições permitem a geração de informações que embasam ações ligadas a políticas públicas de recuperação e de conservação de tais áreas degradadas pelo uso e ocupação.

Além disso, o objetivo e metodologia adotados no presente trabalho estão em consonância com o desafio apontado por Klink e Machado (2005), uma vez que gera informações capazes de orientar solução de problemas e de subsidiar decisões voltadas para a conservação do cerrado.

Assim, foram selecionadas duas áreas no interior da referida Estação, denominadas “ponto 1” e “ponto 2”, as quais apresentam características pedológicas distintas, conforme verificado por análise tátil visual em visita técnica preliminar.

De acordo com Barros (2009), a classificação tátil-visual possibilita a classificação aproximada do solo no campo, pela utilização e execução de testes físicos simples, que dispensam a necessidade de equipamentos especiais e de instalações de laboratório para realização dos mesmos.

Lepsch (2002) classifica uma amostra como arenosa, quando possui mais de 85% de frações de tamanho areia; argilosa, se possui mais de 35% de argila e média se possuir as frações areia, silte e argila em quantidades relativamente equilibradas.

O referido autor ressalta que a determinação da classe textural pode ser feita no laboratório ou no campo. O método de campo objetiva verificar diferenças no tato ao friccionar uma amostra úmida do material do solo entre os dedos. Desse modo, amostras em que predomina areia, a sensação é de atrito ou aspereza e o material tem aspecto de uma pasta sem consistência que não forma pequenos rolos. Em solos onde se verifica o predomínio de argila a impressão é de suavidade e de pegajosidade. Neste caso, o material forma pequenos e longos rolos que podem ser dobrados em argolas. Quando há predomínio de silte, a sensação é sedosa, tal como o talco em pó, e o material do solo forma rolos com dificuldade, pois são muito quebradiços. Finalmente, em solos de textura média, há sensação de aspereza e de plasticidade e os rolos conseguem ser formados, mas se quebram quando dobrados.

As áreas correspondentes aos pontos selecionados sofreram remoção total da cobertura vegetal natural de cerrado na década de 1960 e iniciaram período concomitante de regeneração da vegetação nativa (Figura 2).



**Figura 2. Ponto 1 e Ponto 2 (Foto esquerda e direita, respectivamente).**

Fonte: os autores.

Os pontos selecionados apresentam vegetação de cerrado em processos de regeneração, entretanto, pelas fotos apresentadas na figura 2, podem ser observadas diferenças significativas entre os mesmos.

No ponto 1 verificou-se predomínio de espécies vegetais com porte médio de cerca de 10m e algumas atingindo cerca de 12m, além de densidade de vegetação (número de indivíduos por área) relativamente elevada. Já o ponto 2 possui vegetação de cerrado com presença de gramíneas e arbustos de até 7m de altura.

A remoção da cobertura vegetal original ocorreu na década de 1960 nos dois pontos selecionados para fins de prática de silvicultura. Apesar do processo de regeneração da vegetação natural ter se iniciado concomitantemente nos dois pontos, pode-se perceber, que o

ponto 2 apresentou o mais lento processo regenerativo, além de sofrer o desenvolvimento de significativas células de areia.

A fim de identificar características físicas dos solos que pudessem influenciar no processo de germinação de sementes de fitoespécies do cerrado, foram realizadas coletas de amostras dos mesmos, utilizando-se trado tipo holandês, na profundidade 0-20 cm.

Em seguida, estas amostras foram ensacadas e encaminhadas ao Laboratório de Solos da Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), para a realização de análise granulométrica (peneiramento e sedimentação), visando o conhecimento das classes granulométricas a partir da terra fina seca ao ar (TFSA).

Tais resultados foram referenciados de acordo com EMBRAPA (1999). As informações sobre terminologia, limites de variações dos tamanhos das frações do solo e formas de obtenção destas seguem abaixo:

- Areia grossa: fração da Terra Fina Seca ao Ar (TFSA) entre 2,0 mm e 0,25mm (obtida por tamisagem).
- Areia Fina: fração da TFSA entre 0,25mm e 0,053mm (obtida por tamisagem).
- Silte: fração da TFSA entre 0,053mm e 0,002mm (obtida por diferença).
- Argila: fração da TFSA < 0,002mm (obtida por pipetagem).

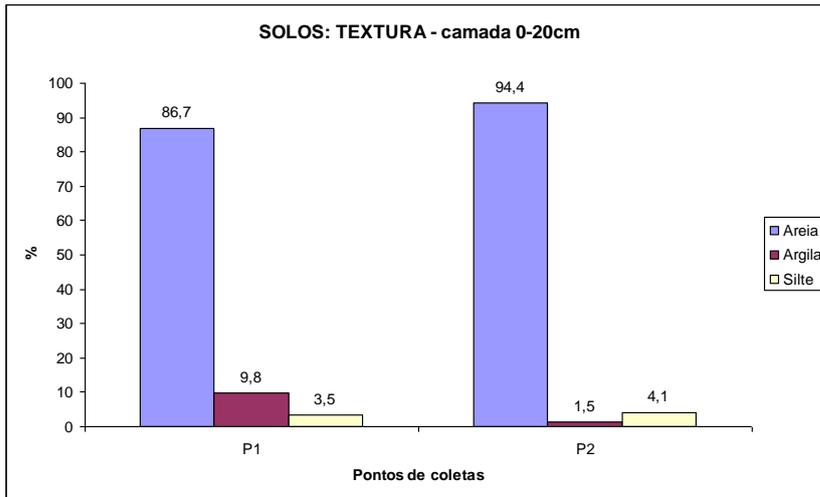
Além da coleta de amostras de solo, em cada um dos dois pontos selecionados, realizou-se medição da variação diuturna de temperatura ambiente (a um metro de altura da superfície) e de duas camadas superficiais dos solos (0-10cm e 10-20cm), nos horários (6:00 h, 12:00 h, 18:00 h e 24:00 h). Os dados de temperatura foram obtidos em trabalho de campo realizado em janeiro de 2007. Os dados de granulometria e de temperatura foram inseridos em planilhas, as quais permitiram a elaboração de gráficos.

#### **4 Resultados e Discussões**

Na análise tátil visual, foram verificadas, para o ponto 1, a sensação de aspereza e de certa plasticidade e pegajosidade. Foi possível formar pequenos rolos com certa dificuldade, os quais se quebraram quando dobrados, indicando se tratar de solo com textura predominantemente arenosa, porém com presença de finos argilosos.

Para o ponto 2, a sensação foi a de atrito e aspereza ao tato e o material apresentou baixa consistência, o qual não permitiu a formação de pequenos rolos, indicando assim o predomínio de textura arenosa na amostra, sem contribuição de finos.

Os resultados granulométricos permitiram corroborar as observações obtidas em campo, conforme figura 3.



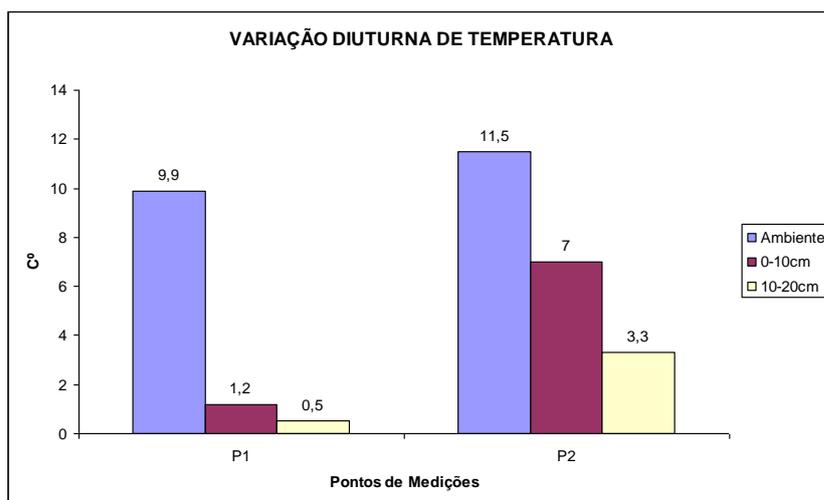
**Figura 3.** Textura dos solos - camada (0-20cm).

As informações constantes na figura 3 demonstram que as amostras de solos coletadas nos pontos em análise podem ser classificadas como arenosas, uma vez que apresentaram valores superiores a 85% para a fração areia, conforme classificação proposta por Lepsch (2002). Entretanto, para o ponto 2, área que apresentou maior dificuldade de regeneração, a amostra de solo apresentou cerca de 94,5% de areia e valor extremamente baixo de partículas na fração argila, correspondendo a 1,5% do total.

A comparação das texturas dos solos pertencentes às amostras analisadas permite verificar que o percentual de argila constatado no ponto 1 é de 554% ou cerca de 6,5 vezes superior àquele encontrado no ponto 2.

Embora as amostras possuam a mesma classe textural, a maior contribuição de argila no ponto 1 pode conferir maior fertilidade ao solo, o que poderia responder pelo maior porte e densidade da vegetação em processo de recuperação. Essa afirmação encontra respaldo em trabalhos clássicos, à exemplo de Goodland (1971), que relacionam a ocorrência de maior variedade fitofisionômica e de aumento na densidade da vegetação de cerrado à incrementos na fertilidade do solo. Entretanto, destaca-se que tais considerações necessitam de análises químicas e de experimentos mais profundos para que se possa defender o exposto, haja vista que os dados obtidos não permitem averiguar a quantidade de macro e de micronutrientes, bem como a atividade do material argiloso, a qual dependeria das propriedades mineralógicas das partículas desta fração, conforme exposto por Pinto (2006).

Os resultados das medições de temperatura ambiente e dos 20cm superficiais dos solos nos pontos analisados podem ser observados na figura 4.



**Figura 4.** Variação diuturna de temperatura.

A figura 4 demonstra variações de temperatura ambiente e nos primeiros 20cm da camada superficial dos solos ao longo do dia para ambos os pontos selecionados. No ponto 1 houve variação de cerca de 10°C na temperatura ambiente e de 1,2°C e 0,5°C nas camadas 0-10cm e 10-20cm, respectivamente. Para o ponto 2, verificaram-se variações de 11,5°C na temperatura ambiente e de 7,0°C e 3,3°C nas camadas 0-10cm e 10-20cm, respectivamente.

No geral, considerando ambos os pontos isoladamente, percebe-se que as variações nas temperaturas atmosféricas foram maiores do que as verificadas nos solos. Também pode-se perceber que as variações nas camadas mais superficiais dos solos (0-10cm) foram superiores às verificadas nas camadas mais profundas (10-20cm). Isso demonstra que, quanto mais superficial a camada no solo, maior a influência das variações diurnas de temperatura atmosférica. Tal informação é importante, pois as camadas mais superficiais são aquelas que afetam diretamente o processo de germinação de sementes, conforme exposto por Ferri (1963).

Comparando os dois pontos estudados, pode-se destacar que as variações de temperatura observadas no ponto 2 foram superiores às observadas no ponto 1. A variação de temperatura atmosférica verificada no ponto 2 foi de 1,5°C superior em relação àquela observada no ponto 1. Tal diferença foi pequena (cerca de 16% maior) se comparada às variações registradas nas camadas dos solos, porém capaz de demonstrar o efeito da densidade da cobertura vegetal, que, sendo maior no ponto 1, permitiu maior estabilidade na temperatura ao longo do dia.

A partir da figura 4, comparando-se os dois pontos considerados, pode-se verificar que houve grande diferença nos valores de variação diuturna de temperatura nos primeiros 20cm de solo. Assim, considerando a camada 0-10cm, a variação de temperatura registrada no ponto 2 foi superior à 480% daquela registrada para o ponto 1. Já em relação à camada 10-20cm, a variação de temperatura registrada no ponto 2 foi superior à 560% daquela registrada para o ponto 1.

Tais variações podem estar relacionadas à hipótese levantada no presente trabalho e deste modo, solos com baixos valores de fração argilosa tendem a sofrer maiores variações de temperatura diuturna nos primeiros 20cm, camada de maior relevância para a quebra de dormência de sementes e para o desenvolvimento de raízes de pequenas mudas.

Estas informações são importantes para áreas em processo natural de recuperação, uma vez que, de acordo com Ribeiro e Oliveira (2006), a anemocoria, ou dispersão pelo vento, tem se demonstrado como síndrome de dispersão mais comum entre as espécies do cerrado *lato sensu*. Deste modo, as maiores variações de temperatura verificadas em solos

arenosos podem afetar a germinação das sementes dispersas nestas áreas e responder pela lentidão no processo de recuperação da vegetação do ponto 2.

Estas informações também são de grande relevância a estudos e iniciativas que objetivem a gestão e recuperação de áreas degradadas de vegetação de cerrado a partir de técnicas consagradas de nucleação, conforme mencionadas por Yarranton e Morrison (1974). Tendo em vista que, segundo Reis et al. (2003), o plantio de mudas e a transposição de chuva de sementes se tratam de principais técnicas utilizadas na nucleação, bem como que, segundo Bewley e Black (1994), cada espécie apresenta uma determinada faixa de flutuação de temperatura em que pode germinar, há que se dar atenção especial às áreas de solos com baixos teores de argila, tendo em vista as maiores oscilações de temperatura diurna nos primeiros 20cm do solo, as quais afetam as condições do ambiente germinativo das sementes.

As maiores diferenças de temperatura diurna na camada superficial dos solos, conforme verificadas no ponto 2, podem agir como fator limitante ao desenvolvimento e fixação da vegetação natural, explicando assim a sua recuperação mais lenta em relação ao ponto 1.

## **5 Considerações finais**

Os resultados e discussões apresentados no âmbito do presente estudo constituem-se em importante material técnico que possibilita contribuir para o melhor embasamento de políticas públicas e de ações voltadas à conservação e recuperação de áreas degradadas de vegetação de cerrado.

Os dados apresentados permitem somar esforços ao enfrentamento do desafio futuro, apontado por Klink e Machado (2005), a saber, o de se produzir pesquisas orientadas para a resolução de problemas e que possam nortear políticas públicas e tomadas de decisões com vias à conservação de áreas de cerrado.

Assim, aponta-se, como principal contribuição, a constatação de que solos expostos pela ação da remoção da cobertura vegetal natural, caracterizados por baixos teores de argila, apresentam variações diurnas significativas de temperatura.

As variações registradas para os 20 cm da camada superficial dos solos podem afetar a quebra de dormência de sementes e o desenvolvimento de raízes de pequenas mudas, tornando-se informações indispensáveis a políticas públicas e a ações privadas que visem a recuperação destas áreas.

O presente estudo permite também destacar que o uso e ocupação das terras pela sociedade, ao removerem a vegetação de cerrado sobre solos arenosos do estado de São Paulo, podem provocar rompimento do equilíbrio dinâmico estabelecido pelos processos naturais. Assim, o uso irracional de tais áreas frágeis, ao romperem os limiares de resiliência naturais, dificultam os processos de regeneração de fitoespécies do cerrado e contribuem para com a redução da biodiversidade, tendo em vista as alterações provocadas no ambiente germinativo de suas sementes.

Além disso, ao afetarem a capacidade de regeneração e de fixação da vegetação, tais alterações podem contribuir para com o surgimento de outras formas de degradação, à exemplo da erosão dos solos, tendo em vista que solos arenosos, expostos diretamente à ação do vento e do escoamento superficial, podem sofrer com processos de ravinamentos e voçorocamentos, ampliando os problemas ambientais e dificultando ainda mais a gestão e sustentabilidade de tais áreas.

Destaca-se como limitações do presente estudo a amostragem adotada para efeitos de análise, tendo em vista a consideração de apenas duas áreas. Desse modo, destaca-se a

necessidade de realização de futuros estudos que abordem um número amostral mais amplo, e que permita o tratamento dos dados por meio de técnicas estatísticas robustas.

Além disso, indica-se a realização de ensaios de umidade higroscópica nas amostras coletadas, para a comprovação total da hipótese ora levantada, especialmente para averiguar as relações entre as maiores variações de temperatura e a maior presença de água adsorvida pelo material argiloso. Tal procedimento também permitirá verificar o peso real da influência exercida pelas propriedades físicas dos solos em relação ao peso da influência do microclima gerado pela própria vegetação desenvolvida no ponto 1 nas variações de temperatura registradas nos solos.

## 6 Referências Bibliográficas

- Almeida, S. D., Proença, C. E. B., Sano, S. M., & Ribeiro, J. F. (1998). Cerrado: espécies vegetais úteis. *Planaltina: Embrapa-CPAC*, 464.
- Bechara, F. C., Campos Filho, E. M., Barretto, K. D., Gabriel, V. A., Antunes, A. Z., & Reis, A. (2007). Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. *Revista Brasileira de Biociências*, 5(supl 1), 9-11.
- Bewley, J. D., & Black, M. (1994). *Seeds* (pp. 1-33). Springer Us.
- Christofolletti, A. (1979). *Análise de sistemas em geografia: introdução*. Editora Hucitec, Editora da Universidade de São Paulo.
- Dias, B. F. (1992). Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. In *Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis*. Funatura.
- Durigan, G., Siqueira, M. F. D., & Franco, G. A. D. C. (2007). Threats to the Cerrado remnants of the state of São Paulo, Brazil. *Scientia Agricola*, 64(4), 355-363.
- EMBRAPA (1999) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA Produções de Informações, 1999. 412 p.
- Ferri, M. G. (1962). Historico dos trabalhos botanicos sobre o cerrado; The botanical papers on the Cerrados. In: SIMPOSIO SOBRE O CERRADO. São Paulo: EDUSP, 1963. p.15-50.
- Ganem, R. S. (2007). Políticas de conservação da biodiversidade e conectividade entre remanescentes de Cerrado. Brasília 2007. 427p.: Tese de doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 21 dez. 2007.
- Ganem, R. S. (2011). Bioma cerrado: programas governamentais e proposições em tramitação.
- Goodland, R. (1971). A physiognomic analysis of theCerrado'vegetation of Central Brasil. *The Journal of Ecology*, 411-419.
- Gouvêa Labouriau, L., & Labouriau, L. G. (1983). *A germinação das sementes* (No. F/570 B51/25).
- Klink, C. A., & Machado, R. B. (2005). A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, 1(1), 147-155.
- Lepsch, I. F. (2002). *Formação e conservação dos solos*. Oficina de textos.
- Miller, J. G. (1965). Living systems: Basic concepts. *Behavioral science*, 10(3), 193-237.
- Pereira, Z. V., Fernandes, S. S. L., Sangalli, A., & Mussury, R. M. (2012). Usos múltiplos de espécies nativas do bioma Cerrado no Assentamento Lagoa Grande, Dourados, Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 7(2), 126-136.
- Pinto, C. (2006). Curso Básico de Mecânica dos Solos em 16 aulas, Oficina de textos.

- Press, F., Siever, R., Grotzinger, J., & Jordan, T. H. (2006). Para Entender a Terra. Trad. R. Menegat, PCD Fernandes, LAD Fernandes, CC Porcher.
- Quaresma, C. C. Organizações espaciais físico/naturais e fragilidades de terras sob Cerrado: abordagem sistêmica aplicada à escala local. Campinas, 2008. 138f. Dissertação (Mestrado) - UNICAMP.
- Ratter, J. A., Ribeiro, J. F., & Bridgewater, S. (1997). The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. *Annals of botany*, 80(3), 223-230.
- Reis, A., Bechara, F. C., Espíndola, M. D., Vieira, N. K., & Souza, L. D. (2003). Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. *Natureza & Conservação*, 1(1), 28-36.
- Ribeiro, J. F. & Oliveira, M. C. de (2006). Recuperação de áreas degradadas de área de preservação permanente no Bioma Cerrado. In: Barbosa, L. M. (coord.) Anais: Simpósio sobre recuperação de áreas degradadas com ênfase em Matas Ciliares e Workshop sobre recuperação de áreas degradadas no estado de São Paulo: Avaliação da aplicação e aprimoramento da resolução SMA 47/03. Secretaria do Meio Ambiente, Instituto de Botânica de São Paulo, 2006.
- Roesler, R., Malta, L. G., Carrasco, L. C., Holanda, R. B., Sousa, C. A. S., & Pastore, G. M. (2007). Atividade antioxidante de frutas do cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 27(1), 53-60.
- Silva, L. M. D. M., Rodrigues, T. D. J. D., & Aguiar, I. B. D. (2002). The effect of light and temperature on the germination of *Myracrodruon urundeuva* Allemão. *Revista Árvore*, 26(6), 691-697.
- Toppa, R. H. (2004) Estrutura e diversidade florística das diferentes fisionomias de Cerrado e suas correlações com o solo na Estação Ecológica de Jataí, Luiz Antônio, SP – São Carlos, (Tese de doutorado, Universidade Federal de São Carlos, 2004). 127.
- Walter, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas. Brasília: UNB – Departamento de Ecologia do Instituto de Ciências Biológicas, 2006<sup>a</sup>. 373p. Tese de doutorado.
- Yarranton, G. A., & Morrison, R. G. (1974). Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *The Journal of Ecology*, 417-428.