

PROJETO DE PESQUISA

TÍTULO:

-Impacto das mudanças climáticas no crescimento e captura de carbono de espécies arbóreas florestais

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Dr. Ricardo Miranda de Britez

Email: cachoeira@spvs.org.br

INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental- SPVS

Endereço: Rua Desembargador Isaías Beviláqua , 999

Bairro: Mercês Cidade: Curitiba, PR, CEP: 80430040

Fone: 41 3094-4613 R.:41 32420280 Fax: 41 3094-4613

BREVE HISTÓRICO DA INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL PELO PROJETO

Fundada em 1984, a SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental – é uma organização não-governamental que trabalha em prol da conservação da natureza, através da proteção de áreas nativas, ações de educação ambiental e desenvolvimento de modelos para uso racional dos recursos naturais. Concentra seu foco de atuação no estado do Paraná na Conservação da Floresta Ombrófila Mista no planalto e Floresta Ombrófila Densa e ecossistemas associados no litoral. No litoral norte do Paraná (que faz parte do mosaico Lagamar), atua desde 1991, tendo desenvolvido mais de 50 projetos, com foco na conservação da biodiversidade através de ações de proteção de áreas (RPPNs), pesquisa, suporte às políticas públicas de conservação (ex. fortalecimento e criação de UCs e participação para a articulação da implantação do mosaico Lagamar), bem como ações com as comunidades locais que possibilitem o desenvolvimento de forma compatível com a conservação da natureza.

INSTITUIÇÕES CO-PARTICIPANTES

Embrapa-Pr/Centro Nac. de Pesquisas de Florestas

Universidade Federal do Paraná - UFPR

DURAÇÃO:

18 meses data prevista para início: 06/02/2012

LOCAL

O projeto será desenvolvido nas RPPNs de propriedade da SPVS (proponente do projeto) localizadas na APA de Guaraqueçaba, litoral norte do estado do Paraná. Estas fazem parte de três reservas, que somam 18.600 ha de área, sendo 11.441 ha já oficialmente criadas RPPNs. As três reservas são: Rio Cachoeira (25°22'58" S, 48°41'27" W), Serra do Itaqui (25°13'53" S, 48°27'26" W) e Morro da Mina (25°18'51" S, 48°41'45" W). Serão utilizadas para a realização das pesquisas informações das 464 parcelas permanentes de monitoramento de carbono já existentes nestas áreas a cerca de 10 anos, e, 12 parcelas permanentes de 1 ha, onde foi realizado levantamento fitossociológico. A tipologia florestal trabalhada será a Floresta Ombrófila Densa Submontana em diferentes estádios sucessionais (inicial, média, avançada/ primária).

EQUIPE EXECUTORA

Pesquisadores	Formação	Titulação
Ricardo Miranda de Brites	biólogo	doutor
Paulo Cesar Botosso	eng. florestal	doutor
Renato Marques	eng. florestal	doutor

SÍNTESE DA PROPOSTA

A região do Mosaico Lagamar possui na matriz da sua paisagem a predominância de florestas em diferentes estádios sucessionais. A existência destas está relacionada às condições climáticas atuais caracterizadas por temperaturas amenas a elevadas, com alta umidade atmosférica e precipitações e sem ocorrência de déficit hídrico no período. Modificações nos padrões climáticos podem influenciar os ecossistemas e sua biodiversidade de várias maneiras, modificando a distribuição geográfica das florestas, sua composição, a regeneração natural, a biologia reprodutiva, o crescimento das árvores, a

ciclagem de nutrientes, dentre outros. Estabelecer as relações entre estes parâmetros e cenários climáticos é um desafio para um grande número de pesquisas e por um longo período de avaliação. Uma das áreas do conhecimento que se demonstra promissora neste aspecto é a linha de pesquisa voltada aos estudos dendrocronológicos. Ela parte do princípio que variações em fatores ambientais como, temperatura, umidade, e mesmo mudanças nas características de qualidade dos solos fiquem registradas nos anéis de crescimento das árvores e que estas são produto de uma realidade ambiental diversa e cíclica. Além disto, as medidas de crescimento estão relacionadas à capacidade destas florestas de armazenar e capturar carbono e contribuir na mitigação dos efeitos negativos do aquecimento global, provendo o serviço ambiental denominado regulação do clima. Esta proposta, nesta primeira etapa, pretende avaliar o efeito do clima sobre algumas espécies florestas representativas das Florestas da região do Lagamar, baseando-se em dados de pesquisa realizadas nos últimos oito anos e em dados obtidos através da análise retrospectiva dos anéis de crescimento que fornecem informações do crescimento pretérito das espécies estudadas. Quantificações de carbono serão realizadas em amostras da biomassa vegetal e permitirão extrapolações para se avaliar o potencial de captura de carbono associado às variações climáticas identificadas. Futuramente com o acúmulo de informações sobre os padrões climáticos e sua resposta nas florestas, almeja-se elaborar modelos que permitam identificar e simular cenários de possíveis impactos das mudanças climáticas no crescimento das florestas.

JUSTIFICATIVAS

A redução de áreas naturais é o principal fator de redução e modificação da biodiversidade e declínio de importantes serviços ecossistêmicos (Millennium Ecosystem Assessment 2005). As áreas que ainda apresentam um grau elevado de conservação são referência para pesquisas sobre biodiversidade e o impacto das mudanças climáticas nas espécies e ecossistemas. Modificações nos padrões climáticos podem ocorrer de diferentes formas, desde situações extremas como a modificação do regime de precipitações, ocorrência de eventos extremos de chuva e temperatura, até situações menos extremas com mudanças sazonais nos regimes hídricos gerando a ocorrência de períodos secos ou úmidos mais prolongados. As espécies irão responder a estas mudanças através da aclimatação, adaptação evolutiva e migrações para locais mais frios (Wright et al. 2009). Um dos grandes desafios consiste em responder a importantes questões, muitas vezes, difíceis de serem respondidas pelo fato de envolverem complexos mecanismos e diferentes fatores, como por exemplo: (i) Quais os efeitos sobre a composição vegetal e sobre a regeneração natural?; (ii) Quais os efeitos sobre a biologia reprodutiva das espécies (fenologia e polinização), nos processos funcionais (ciclagem de nutrientes), nas relações com a fauna e mesmo na distribuição das florestas em diferentes tipos de solo?

Certamente, a grande complexidade de seus ecossistemas e a carência de dados temporais precisos e longos sobre suas variações ambientais e bióticas são determinantes deste desconhecimento. Uma alternativa aos escassos dados observacionais são os registros indiretos de variações ambientais e bióticas (proxies). Neste sentido, a análise de séries temporais de anéis de crescimento de plantas (dendrocronologia) e sua relação com condições ambientais (dendroecologia) podem contribuir substancialmente (Schweingruber 1996; Esper et al. 2007). Outra preocupação relativa às mudanças climáticas é a capacidade dos ecossistemas de armazenar e capturar carbono como forma de mitigar as emissões de gases que contribuem com aumento do efeito estufa. Neste sentido, a avaliação do crescimento das árvores gera informações sobre a capacidade de captura de carbono de uma floresta.

As informações geradas pela dendrocronologia podem ser correlacionadas a outros estudos que avaliam o crescimento, estoque e incremento de carbono nas florestas, possibilitando fazer avaliações sobre o comportamento de espécies florestais em uma amplitude temporal maior.

Portanto esta pesquisa, além de suprir a lacuna existente no conhecimento científico na área de dendrocronologia com espécies nativas em áreas da Mata Atlântica, poderá, também, fornecer informações importantes sobre a relação entre o crescimento das espécies florestais arbóreas em resposta aos dados climáticos históricos, estabelecendo indicativos do comportamento ecofisiológico dessas florestas ao longo do tempo.

OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito de mudanças climáticas no crescimento de espécies nativas da Floresta Atlântica por meio da correlação entre as variações climáticas pretéritas e atuais e as variações no crescimento das plantas, gerando indicadores de mudanças na capacidade de captura de carbono de florestas em diferentes estádios sucessionais.

OBJETIVOS, INDICADORES, METAS E CRONOGRAMA

Objetivo 1: Prospectar espécies arbóreas potenciais para condução de estudos dendrocronológicos e que representem os diferentes estádios sucessionais da floresta

Indicador 1.1: Número de indivíduos por espécie que serão amostrados em cada estádio sucessional da floresta

Meta 1.1.1: De 15 a 30 árvores de 10 espécies definidas

Atividade 1.1.1.1: Levantar espécies com maior índice de importância nos estudos fitossociológicos realizados em doze parcelas de 1 ha compreendendo 4 estágios sucessionais da floresta, incluindo as espécies que já estão sendo avaliadas através de cintas dendrométricas

Cronograma: Semestre 1

Atividade 1.1.1.2: Fazer coleta exploratória “tradagem” e preparo do material com vistas à prospecção de espécies potenciais para os estudos dendrocronológicos, definindo-se as espécies e indivíduos a serem amostrados

Cronograma: Semestre 1

Objetivo 2: Avaliar a estrutura etária de espécies com anéis de crescimento distinguíveis, buscando inferir sobre a sucessão das espécies arbóreas através de avaliações dendrocronológicas

Indicador 2.1: Informações cronológicas sistematizadas: tabelas prontas e formatadas dos indivíduos coletados, preparados e analisados

Meta 2.1.1: De 15 a 30 árvores/espécie analisadas de um total de 10 sp. selecionadas com informações cronológicas sistematizadas sob forma de tabelas prontas, formatadas e analisadas estatisticamente.

Atividade 2.1.1.1: Realizar a amostragem no campo das espécies e indivíduos selecionados

Cronograma: Semestre 1 / Semestre 2

Atividade 2.1.1.2: Preparar amostras e realizar a avaliação das espécies e indivíduos selecionados

Cronograma: Semestre 3

Atividade 2.1.1.3: Tabular os dados e fazer análises estatísticas básicas e correlações com dados climáticos

Cronograma: Semestre 3

Objetivo 3: Sistematizar informações sobre o crescimento das espécies selecionadas obtidos pela avaliação de cintas dendrométricas permanentes já existentes

Indicador 3.1: Valores mensais médios de crescimento das espécies selecionadas medidas pelas cintas dendrométricas

Meta 3.1.1: Tabela com valores mensais médios de crescimento das espécies selecionadas medidas pelas cintas dendrométricas

Atividade 3.1.1.1: Fazer medições no campo das cintas dendrométricas

Cronograma: Semestre 1 / Semestre 2

Atividade 3.1.1.2: Tabular dados de crescimento das espécies pelas cintas dendrométricas e fazer análises estatísticas básicas

Cronograma: Semestre 3

Objetivo 4: Sistematizar informações de crescimento das espécies escolhidas a partir de dados provenientes de oito anos de monitoramento em parcelas permanentes de monitoramento de carbono

Indicador 4.1: Valores médios de crescimento das espécies selecionadas medidas nas parcelas de monitoramento de carbono

Meta 4.1.1: Tabela com valores médios de crescimento das espécies selecionadas medidas nas parcelas de monitoramento de carbono

Atividade 4.1.1.1: Sistematizar os dados das espécies selecionadas das 464 parcelas de monitoramento de carbono

Cronograma: Semestre 3

Atividade 4.1.1.2: Comparar dados com as análises dendrocronológicas e das cintas dendrométricas

Cronograma: Semestre 3

Objetivo 5: Organizar e avaliar informações climáticas dos últimos 50 anos de estações meteorológicas da região e da estação existente na Reserva Natural do Rio Cachoeira

Indicador 5.1: Valores médios mensais de temperaturas médias máximas e mínimas e precipitação média, máxima e mínimas e umidade do ar dos últimos 50 anos.

Meta 5.1.1: Tabela com médias mensais e anuais de temperaturas médias máximas e mínimas e precipitação média, máximas e mínimas e umidade do ar dos últimos 50 anos

Atividade 5.1.1.1: Levantar dados de estações meteorológicas oficiais e sistematizar a informação para a realização das análises de correlação

Cronograma: Semestre 3

Objetivo 6: Avaliar teores de carbono na madeira das espécies selecionadas

Indicador 6.1: Número de árvores e espécies amostradas para determinação do carbono

Meta 6.1.1: x amostras de x indivíduos de 10 espécies amostradas para a determinação do carbono

Atividade 6.1.1.1: Nas espécies selecionadas para os estudos dendrocronológicos, coletar amostras de madeira no tronco das árvores para a determinação dos teores de carbono em grupos de anéis de crescimento

Cronograma: Semestre 1 / Semestre 2

Atividade 6.1.1.2: Nas amostras coletadas, selecionar grupos de anéis de crescimento representando as diferentes faixas de idade das árvores selecionadas; proceder à moagem dos mesmos e à determinação dos teores de C em laboratório

Cronograma: Semestre 2 / Semestre 3

Objetivo 7: Realizar análises estatísticas de crescimento e captura de carbono associados às variáveis climáticas

Indicador 7.1: Análises estatísticas realizadas e tabuladas

Meta 7.1.1: Relações entre crescimento, captura de carbono e variáveis climáticas estabelecidas

Atividade 7.1.1.1: Organizar dados, tabular, realizar análises estatísticas, construir gráficos e demonstrar resultados

Cronograma: Semestre 3

MÉTODOS:

- Escolha das espécies

A escolha das espécies será realizada a partir de levantamento fitossociológico existentes em três estádios sucessionais (inicial, médio, avançado/primário) da Floresta Ombrófila Densa Submontana na RPPN Rio Cachoeira, em 12 parcelas de 01 ha. Já existe a avaliação através de cintas dendrométricas de 1.200 indivíduos em 50 espécies. O critério de escolha das espécies será a partir do Valor de Importância nos estudos fitossociológicos. Será feita uma avaliação das espécies mais promissoras para análises dendrocronológicas e escolhidas de 10 a 15 espécies para a realização da avaliação.

- Coleta e preparo do material (Análises dendrocronológicas)

A obtenção de amostras de madeira para análises dendrocronológicas será feita de forma não destrutiva, com uso de sondas de incremento (trados de Pressler), o que permitirá a remoção de uma seção radial do tronco de 5 mm de diâmetro

(orientação: medula-câmbio), tomando-se 4 raios diametralmente opostos acerca de 30 a 40 cm do nível do solo (ou então ao DAP ~ 1,30m) de um total de 15 a 30 árvores/espécie, evitando-se, sempre que possível, as expansões basais do tronco (i.e.: sapopemas). Para o caso de indivíduos apresentando tronco com expansões basais alargadas, as amostras deverão ser coletadas em altura apropriada isenta dessas expansões.

Em laboratório, as seções de madeira serão analisadas macroscopicamente do ponto de vista anatômico, visando caracterizar sua periodicidade de formação. As amostras serão polidas com lixa de diferentes granulometrias procurando evidenciar a estrutura anatômica que permita definir a presença - ou não - de anéis de crescimento. Esse procedimento permitirá a averiguação do caráter anual (ou não de formação) e a datação de cada amostra a partir do seu anel mais externo (próximo ao câmbio), o qual a data de formação corresponde ao ano de coleta. Concluída esta etapa, será avaliada a largura dos anéis de crescimento como variável estrutural.

- Análises dendrocronológicas (dendroecológicas)

Aliado aos dados de acompanhamento do crescimento com uso de cintas dendrométricas de espécies selecionadas será avaliado, também, o crescimento retrospectivo de espécies-chave selecionadas nas áreas em estudo. Análises dendrocronológicas serão efetuadas, procurando-se avaliar: (i) o incremento radial (acumulado) do tronco de forma retrospectiva, (ii) estimar suas respectivas taxas anuais de crescimento e (iii) a trajetória (modelo) de crescimento nas diferentes fases do desenvolvimento das plantas.

Procurar-se-á desenvolver cronologias das séries temporais com resolução anual (para as espécies apresentando anéis de crescimento visíveis). Para tanto, será adotada uma amostragem, em média de 15 a 30 árvores por espécie, visando à construção de cronologias retrospectivas das condições de crescimento para cada condição ambiental.

Procurando avaliar o crescimento retrospectivo e caracterizar a estrutura etária de populações florestais serão analisadas séries temporais de crescimento, adotando-se para isso alguns princípios básicos da dendrocronologia. Neste contexto, pela comparação de séries temporais de anéis de crescimento entre árvores será possível aferir e corrigir datações preliminares. Este princípio fundamental em dendrocronologia, denominado datação-cruzada "crossdating", permitirá a determinação com exatidão do ano calendário em que cada anel de crescimento foi formado (Stokes & Smiley 1968; Fritts 1976; Schweingruber 1988; Tomazello-Filho et al. 2001).

As séries temporais geradas serão submetidas à datação-cruzada, sendo exaustivamente comparadas entre si para corrigir e controlar eventuais erros primários de datação (Stokes & Smiley 1968). Serão empregados métodos

numéricos, frequentemente empregados em procedimentos dendrocronológicos, procurando maximizar o sinal comum da população amostrada, filtrando-se tendências de crescimento particulares de cada indivíduo (Cook & Kairiukstis 1990).

As cronologias obtidas serão comparadas a séries climáticas instrumentais através de funções de resposta (Blasing et al. 1984; Biondi 1997, 2000). Estas análises permitirão determinar como o crescimento das diferentes espécies tem se relacionado a variáveis climáticas ao longo dos últimos anos (conforme a disponibilidade de dados instrumentais). As cronologias mais longas e com melhores sinais climáticos serão utilizadas como preditoras (proxies) em reconstruções climáticas através de modelos de regressão, possibilitando a reconstrução das condições climáticas bem como a identificação e quantificação de tendências ou anomalias climáticas contemporâneas (eg. Esper et al. 2002; Wilson et al. 2005).

- Análises de crescimento através de cintas dendrométricas e parcelas de monitoramento de carbono.

Serão sistematizadas as informações de crescimento das espécies escolhidas a partir de dados de dois anos de monitoramento de cintas dendrométricas. Tabular os dados coletados em campo providenciando as correções nos indivíduos que apresentarem problemas (por exemplo: ajuste da cinta dendrométrica, crescimento de lianas ou crescimento excessivo que obrigue uma troca da cinta).

- Análises de crescimento através das parcelas de monitoramento de carbono.

A partir de 464 parcelas permanentes de monitoramento de carbono que estão na sua terceira remedição, será utilizada as medições dos indivíduos das espécies selecionadas em cada estágio sucessional e calculado o incremento médio anual, comparando com as avaliações realizadas na dendrocronologia e nas cintas diamétricas.

- Avaliação dos teores de carbono

Uma vez selecionadas as espécies para os estudos dendrocronológicos, a coleta de amostras de madeira para as determinações de carbono será iniciada. Serão coletadas, com auxílio da sonda de Pressler, amostras cilíndricas de madeira em paralelo àquelas coletadas para os estudos dendrocronológicos. A amostragem em árvores de uma mesma espécie com idades distintas é desejada para permitir avaliar a evolução da fixação de C nos tecidos vegetais ao longo do desenvolvimento das plantas.

As amostras cilíndricas serão coletadas à altura de 1,30 m em relação à superfície do solo e serão então inseridas em tubos plásticos para permitir o transporte sem causar danos à integridade das mesmas.

Com base nas informações geradas pelas análises dendrocronológicas, ou de maneira sistemática, os cilindros serão separados em diversas porções representando grupos de anéis de crescimento com diferentes idades. Uma vez separados os grupos de anéis estes serão secos e moídos para as determinações dos teores de carbono. As determinações de C serão realizadas no Laboratório de Biogeoquímica e Nutrição de Plantas da UFPR (LABINP-UFPR), por combustão em equipamento da marca Elementar, modelo Vario El III.

PRODUTOS E RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se com o resultado deste trabalho identificar a relação entre o padrão de crescimento das árvores e as variações climáticas, utilizando como parâmetros dados atuais (climatológicos e de crescimento das árvores) e dados pretéritos (com contagem de anéis de crescimento e levantamento de dados climatológicos disponíveis). Isto será um primeiro indicativo de como irão se comportar as florestas nos cenários previstos de mudanças climáticas. Posteriormente poderão ser realizadas pesquisas avaliando se estes padrões também estão relacionados com processos fisiológicos, da biologia reprodutiva, regeneração das espécies e outros, e, por conseguinte afetando diversos aspectos da biodiversidade.

Serão também geradas informações sobre a capacidade de captação de carbono das florestas e como isto é afetado pela mudança do clima.

As reconstruções dendroecológicas obtidas permitirão avaliar quantitativamente efeitos de mudanças ambientais globais sobre o clima e a biota no sul da Mata Atlântica. Desta forma, os resultados trarão avanços ao conhecimento e ao prognóstico desse fenômeno, sendo aplicáveis a conservação e manejo dos ecossistemas.

Almeja-se futuramente gerar modelos matemáticos que possam estimar os efeitos das mudanças climáticas no crescimento das plantas e na captura de carbono em cenários futuros pré-definidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Biondi F. (1997) Evolutionary and moving response functions in dendroclimatology. *Dendrochronologia* 15, 139-150.

Biondi, F. (2000) Are climate–tree growth relationships changing in north-central Idaho? *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 32, 111-116.

Blasing T.J., Solomon A. S. & Duvick D.N. (1984) Response functions revisited. *Tree-Ring Bulletin* 44, 1-17.

Cook E. R. & Kairiukstis L. A. (1990) *Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Science*. Kluwer, Amsterdam.

Cox P. M, Betts R. A., Jones C. D., Spall S. A. & Totterdell I. J. 2000. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature* 408, 184-187.

Enquist B. J. & Leffler A. J. (2001) Long-term tree ring chronologies from sympatric tropical dry-forest trees: individualistic responses to climatic variation. *Journal of Tropical Ecology* 17, 41-60.

Esper J., Cook E. R. & Schweingruber F. H. (2002) Low-frequency signals in long tree-ring chronologies for reconstructing past temperature variability. *Science* 295, 2250–2253.

Esper J., Franck D. C. & Luterbacher J. (2007) On selected issues and challenges in dendroclimatology. In: *A Changing World. Challenges for Landscape Research* (eds. F. Kienast, O. Wildi & S. Ghosh) pp. 113-132. Springer, Dordrecht.

Fritts H. C. (1976) *Tree Rings and Climate*. Academic Press, London.

Lisi C. S., Tomazello-Filho M., Botosso P. C., Roig F. A., Maria V. R. B., Ferreira-Fedele L. & Voigt A. R. A. (2008) Tree-ring formation, radial increment periodicity, and phenology of tree species from a seasonal semi-deciduous forest in southeast Brazil. *IAWA Journal* 29(2), 189-207.

Millennium Ecosystem Assessment 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*. World Resources Institute. V. 86, p.64.

Schweingruber F. H. (1988) *Tree Rings: Basics and Applications of Dendrochronology*. D. Reidel Publishers, Dordrecht.

Schweingruber F. H. (1996) *Tree Rings and Environment: Dendroecology*. Hall Haupt Publishers, Berne and Stuttgart.

Stokes M. A. & Smiley T. L. (1968) *An Introduction to Tree-ring Dating*. The University of Chicago Press, Chicago and London.

Tomazello-Filho M., Botosso P. C. & Lisi C. S. (2001) Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: *Indicadores Ambientais: Conceitos e Aplicações* (eds N.B. Maia, H. L. Martos & W. Barrella) pp. 118-143. EDUC, São Paulo.

Wilson R. J. S.; Luckman B. H. & Esper J. (2005). A 500 year dendroclimatic reconstruction of spring-summer precipitation from the lower Bavarian Forest region, Germany. *International Journal of Climatology* 25(5), 611-630.

Wright S. J., Muller-Landau H. C., & Schipper J. (2009). The future of tropical species on a warmer planet. *Conservation Biology* 23. 1418-1426

Yáñez-Espinosa L., Terrazas T. & López-Mata L. (2006) Integrated analysis of tropical trees growth: a multivariate approach. *Annals of Botany* 98, 637–645.