

# Pesquisa e Desenvolvimento em Restauração de Áreas Degradadas

P.Y. Kageyama, ESALQ/USP, F.B. Gandara, ESALQ/USP, M.C. de Brito PTECA/IPEF, R.E. de Oliveira PTECA/IPEF, M. Conrado Filho, Duke Energy e I.T. Toyama, Duke Energy

## RESUMO

A Duke Energy International, Geração Paranapanema S.A e o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais IPEF/ESALQ/USP estão desenvolvendo um projeto cujo objetivo principal é testar modelos de restauração florestal com espécies nativas, visando o aprimoramento nas técnicas de plantio, bem como a redução de custos e tempo de implantação e manutenção de reflorestamentos ciliares em reservatórios e tributários. Esse estudo está sendo realizado através da implantação de três experimentos instalados em áreas marginais de reservatórios, localizados na bacia do rio Paranapanema. Cada experimento possui 8 diferentes tratamentos, totalizando uma área experimental de 12 ha. Estes tratamentos representam um gradiente de níveis de intervenção e dependência da regeneração natural e, portanto, também representam um gradiente em termos de custos de implantação. Assim trará a possibilidade de escolha do melhor método de restauração, assim como indicadores, aliando um baixo custo operacional e um resultado adequado em termos de recuperação ambiental. Os experimentos foram implantados e, atualmente, estão sendo realizadas avaliações mensais do seu desenvolvimento.

## PALAVRAS-CHAVE

Conservação da biodiversidade, restauração florestal.

## I. INTRODUÇÃO

A Duke Energy International, Geração Paranapanema S.A. possui a concessão de oito usinas hidrelétricas, localizadas na bacia do rio Paranapanema, divisa entre os Estados de São Paulo e Paraná. Empenhada em produzir energia elétrica segura e de qualidade, aliada à conservação ambiental, a empresa desenvolve programas ambientais em áreas de influência dos seus empreendimentos.

A restauração florestal com espécies vegetais nativas regionais, no entorno dos reservatórios e tributários, é con-

siderada atividade de rotina para a Gerência Geral de Meio Ambiente, Saúde e Segurança do Trabalho da Duke Energy.

Visando a conservação dos recursos de seus reservatórios e a melhoria das condições ambientais na bacia do rio Paranapanema, são realizados plantios nas bordas de seus reservatórios e tributários. O modelo adotado segue a concepção da sucessão florestal, onde são utilizadas em linhas alternadas de plantio, espécies arbóreas “pioneiras” (pioneiras e secundárias iniciais) e espécies “não pioneiras” (secundárias tardias e climax), em densidade e diversidade variadas.

Atualmente, o ponto forte dos modelos de recuperação da vegetação é utilizar, ao máximo, os processos de regeneração natural. Seguindo essa premissa, a Duke Energy e o Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais IPEF/ESALQ/USP estão desenvolvendo um projeto pioneiro, cuja linha principal é testar modelos de restauração florestal com espécies nativas, que visem o aprimoramento nas técnicas de plantio e a redução de custos e tempo de implantação e manutenção de plantios ciliares.

Esse projeto faz parte do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor Elétrico Brasileiro, Ciclo 2000/2001, instituído pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

## II. INSTALAÇÕES DAS ÁREAS DEMONSTRATIVAS

Para a instalação do experimento de restauração florestal, foram selecionadas três áreas, todas em Áreas de Preservação Permanente – APP, localizadas nas UHE Chavantes, UHE Canoas II (bacia do médio rio Paranapanema) e UHE Capivara (bacia do baixo rio Paranapanema).

Essas três áreas representam um gradiente de condições, no que se refere às condições físicas e químicas das áreas normalmente encontradas pela equipe da Duke Energy para a restauração florestal.

Foram definidos, para cada área experimental, oito diferentes tratamentos totalizando 12 ha, baseados em conceitos como biodiversidade, regeneração natural, interações planta-animal, representatividade das populações, e sucessão ecológica (ou sucessão secundária) em florestas tropicais. Todos os tratamentos utilizam espécies arbóreas

P.Y. Kageyama é Prof. Dr. do Depto. Ciências Florestais da ESALQ/USP (e-mail: kageyama@carpa.ciagri.usp.br)

F.B. Gandara é Prof. do Depto. C. Biológicas da ESALQ/USP (e-mail: fgandara@carpa.ciagri.usp.br)

M.C. de Brito é coordenadora do PTECA/IPEF (e-mail: mccbrito@carpa.ciagri.usp.br)

R.E. de Oliveira é consultora do IPEF/ESALQ/USP (e-mail: reolivei@carpa.ciagri.usp.br)

M. Conrado Filho é analista ambiental Sr. da Duke Energy International, Geração Paranapanema S.A. (e-mail: mcfilho@duke-energy.com)

I.T. Toyama é coordenador de revegetação da Duke Energy International, Geração Paranapanema S.A. (e-mail: ittoyama@duke-energy.com)

nativas, categorizadas em “pioneiras” (pioneiras e secundárias iniciais) e “não pioneiras” (secundárias tardias e címax) em diferentes proporções.

Os tratamentos definidos para o experimento de restauração florestal, nas três áreas foram:

- (a) testemunha sem intervenção,
- (b) plantio completo tradicional (utilizando 66% de espécies pioneiras e 33% de não pioneiras),
- (c) plantio completo tradicional utilizando o plantio de uma espécie leguminosa na entrelinha,
- (d) plantio completo, utilizando espécies de uso econômico,
- (e) plantio de espécies pioneiras em área total,
- (f) semeadura direta de espécies pioneiras,
- (g) plantio de pioneiras em área total, com replantio de espécies não pioneiras, e
- (h) plantio de espécies pioneiras e ilhas centrais de pioneiras e não pioneiras (30% da área na faixa central).

Para a seleção das espécies utilizadas no experimento, foram utilizados critérios simples. Buscou-se obter a maior diversidade possível, dentro da possibilidade de oferta dos viveiros florestais, porém dando preferência às espécies já utilizadas em experiências de restauração florestal e passíveis de adaptação às condições nas áreas experimentais. Foram selecionadas 63 espécies nativas para o plantio com mudas e 09 para o tratamento de semeadura direta.

Durante os meses de abril, maio e junho de 2001 foram realizadas todas as operações de preparo das três áreas experimentais para plantio, como alocação das áreas e dos tratamentos, roçada mecanizada, subsolagem, sulcamento, coveamento (em algumas casos, com perfuratriz, devido às características físicas do terreno) e adubação.

Devido às dificuldades encontradas em alocar áreas de 0,5 ha dos tratamentos das áreas experimentais da UHE Chavantes e UHE Canoas II (como previsto inicialmente), em função da presença de redes elétricas, pequenos maciços de vegetação, lajes, pedras, camadas de impedimento e problemas patrimoniais, os tratamentos da UHE Capivara foram alocados com áreas de 0,8 ha, que totalizaram 0,1 ha a menos no tratamento em Chavantes e 0,2 ha a menos no tratamento em Canoas II.

O plantio das mudas nas três áreas experimentais foi realizado no mês de junho de 2001. A semeadura de espécies nativas (tratamento F) e da leguminosa na entrelinha (tratamento C) foi realizada em janeiro de 2002. Para o tratamento de semeadura direta foi utilizada uma espuma fenólica para colocação das sementes (teoricamente para aumentar a retenção de umidade) em parte das áreas instaladas (exatamente 50% das parcelas).

### III. AVALIAÇÃO DOS TRATAMENTOS

Após um ano de instalação do experimento, foi realizada a primeira coleta de dados, que incluiu a avaliação do crescimento e sobrevivência das plantas, e uma tentativa de correlação desses dados com as características físicas e químicas das áreas experimentais (a partir do coeficiente de correlação de Pearson).

Para isso, foi realizada coleta e análise do solo (análise física e química - macro e micronutrientes) nas três áreas e avaliação da compactação dentro de cada uma das parcelas a partir da utilização de um penetrômetro de impacto. Além disso, foi feita uma avaliação visual do nível de infestação por gramíneas invasoras nas três áreas.

Para avaliação da sobrevivência foi realizada contagem em área total, linha a linha, e contabilizadas plantas vivas e falhas dentro de cada um dos tratamentos.

Já para a avaliação do crescimento das plantas, foram selecionadas seis espécies, sendo três pioneiras e três não pioneiras, que tiveram seus indivíduos medidos (altura total e circunferência do colo) dentro de cada uma das parcelas. Nas parcelas com mais de vinte indivíduos por espécie, foram consideradas as medidas, aleatoriamente, de apenas vinte plantas. As espécies selecionadas foram a canafístula (*Peltophorum dubium*), o mutambo (*Guazuma ulmifolia*) e a sangra d'água (*Croton urucurana*), consideradas pioneiras; e jenipapo (*Genipa americana*), tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) e mulungu (*Erythrina sp*), não pioneiras.

Para avaliação da eficiência da semeadura direta foi realizada apenas a contagem dos indivíduos em cada parcela.

### IV. RESULTADOS PARCIAIS

Encontrou-se uma alta heterogeneidade dentro das áreas, no que se refere tanto à compactação do solo quanto aos teores de macro e micronutrientes, possivelmente devido ao fato de essas áreas terem sido anteriormente utilizadas como área de empréstimo (Capivara), “bota fora” (Chavantes) e para plantio de culturas agrícolas (Canoas II). Quanto à análise de solo, Canoas II pode ser considerada a melhor área, seguida de Chavantes e Capivara.

As três áreas apresentam padrões semelhantes no que se refere à compactação, no sentido de que existe uma alta heterogeneidade nas profundidades de ocorrência de camadas de impedimento. Pode-se afirmar entretanto, que na área de Capivara essas camadas, em muitos pontos, são mais superficiais.

No que se refere à sobrevivência e crescimento das plantas, Canoas II apresentou os melhores resultados. Chavantes e Capivara apresentaram dados muito semelhantes no que tange ao crescimento das plantas, mas diferiram na análise da sobrevivência (que foi superior em Chavantes). A média de sobrevivência para as áreas foi de 72% em Chavantes, 85% em Canoas e 63% em Capivara.

Não foi possível estabelecer uma relação entre crescimento e sobrevivência e a compactação. Os dados iniciais apontam que a alta mortalidade em Capivara pode estar principalmente ligada ao nível de infestação por gramíneas, que nessa área é bastante significativa e problemática (principalmente devido à presença de gramíneas agressivas, como o capim colônio e capim jaraguá).

A avaliação silvicultural (crescimento) apresentou resultados interessantes: os dados apontam alta correlação positiva entre o potássio (K) e o crescimento de cinco das espécies analisadas. O mesmo acontece para os teores de enxofre (S) e o crescimento das espécies pioneiras. Já a textura do solo apresentou correlação também com as espécies pioneiras (positiva para site e negativa para os teores de areia total). Um ponto interessante levantado é que tanto o tamboril quanto o mulungu foram pouco responsivas a quaisquer das características avaliadas nas três áreas, o que lhes parece conferir capacidade de sobrevivência e crescimento mesmo em áreas de qualidade baixa (por exemplo, áreas degradadas). Cabe ressaltar, entretanto, que as espécies nativas apresentam níveis de resposta completamente diferenciados, de acordo com aspectos funcionais e ecológicos de cada espécie, o que não nos permite estabelecer, com esses dados iniciais, quaisquer padrões de comportamento.

Os tratamentos de semeadura direta e utilização da leguminosa não apresentaram bons resultados.

Quanto à semeadura direta, não se deve descartar prematuramente essa tecnologia - trata-se de uma técnica interessante para a redução de custos de restauração, mas que ainda pode ser aperfeiçoada no que se refere às técnicas de instalação no campo e seleção de espécies.

O tratamento com a leguminosa na entrelinha será repetido numa nova área, com a utilização de outras espécies e alteração na densidade de plantio e quantidade de sementes utilizada. Observações em campo mostram que esse modelo pode apresentar bons resultados, no que se refere à diminuição da necessidade de manutenção e à melhoria das condições do solo para as espécies arbóreas.

## V. CONSIDERAÇÕES

O tempo de instalação do experimento impossibilita uma avaliação conclusiva sobre o efeito dos diferentes tratamentos, assim como sobre a adaptabilidade das espécies com relação aos sítios, entretanto, apontam tendências interessantes no que se refere à escolha de modelos para a restauração florestal, que aliem um baixo custo com uma alta qualidade em termos ecológicos e ambientais.

A utilização de novos modelos, como a semeadura direta, a utilização de plantas leguminosas associadas às espécies arbóreas, condução da regeneração natural, utilização de ilhas de diversidade, entre outras, apontam um caminho interessante na direção de uma maior sustentabilidade dos plantios de restauração.

## VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BROKAW, N.V. Treefalls, regrowth and community structure in tropical forests. In: PICKETT, S.T.A.; WHITE, P.S. (eds) *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. New York Academic Press, 1985. p. 53-65.
- [2] BUDOWSKI, G. Distribution of tropical american rain forest species in the light of sucessional processes. *Turrialba*, 15(1):40-42, 1965.
- [3] BUDOWSKI, G. Forest sucession in tropical lowlands. *Turrialba*, 13(1):42-44, 1963.
- [4] DENSLOW, J.S. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotropica*, 12(2):47-55, 1980.
- [5] DENSLOW, J.S. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18: 431-51, 1987.
- [6] ENGEL, V.L. 1999 Sobre a Restauração de Áreas Florestais (material não publicado)
- [7] FERRETTI, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; ARBOEZ, G.F.; SANTOS, J.D.; BARROS, M.I.; LORZA, R.F.; OLIVEIRA, C. (1995) Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. *Florestar Estatístico*, v.3, n.7, mar/jun de 1995.
- [8] GANDARA, F. B. & OLIVEIRA, R.E. (no prelo) Ilhas de diversidade e restauração florestal. In: Kageyama, P.Y. (coord) *Restauração ecológica de ecossistemas naturais no Brasil*.
- [9] KAGEYAMA, P. Y. & GANDARA, F. B. (2000) Revegetação de áreas ciliares. In: Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. *Matas ciliares*
- [10] KAGEYAMA, P.Y. & GANDARA F.B. Dinâmica de populações de espécies arbóreas, implicações para o manejo e a conservação. In: III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, 02 a 07/04/1994- Serra Negra, SP. *Anais da Academia De Ciências do Estado de São Paulo e Academia Brasileira de Ciências*, V.II, p. 1-9.
- [11] KAGEYAMA, P.Y.; SANTARELLI, E.G.; GANDARA, F.B.; GONÇALVES, J.C.; SIMIONATO, J.L.; ANTIQUEIRA, L.R.; GERES, W.L. (1994) Revegetação de áreas degradadas: modelos de consorciação com alta diversidade. In: I Simpósio sul americano e II Simpósio nacional de Recuperação de Áreas Degradadas. 06 a 10 de novembro de 1994, Paraná, Brasil, p.568-576.
- [12] MARTINEZ-RAMOS, M. Claros, ciclos vitales de los arboles tropicales e regeneración natural de las selvas altas perennifolias. In: GOMEZ POMPA, A.; AMO, S.R. (eds) *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Vera Cruz, Mexico*. México: INIRB Alhambra Mexicana, 1985. p. 191-240.
- [13] OLIVEIRA, R. E. (1997) Aspectos da dinâmica de um fragmento florestal em Piracicaba-SP: silvigenese e ciclagem de nutrientes. Dissertação de mestrado. ESALQ/USP, 1997, 79 p.
- [14] PICKETT, S.T.A. Differential adaptation of tropical tree species to canopy gaps and its role in community dynamics. *Tropical Ecology* (24): 68-84, 1983.
- [15] TORQUEBIAU, E.F. Mosaic patterns in dipterocarp rainforest in Indonesia, and their implications for practical forestry. *Journal of Tropical Ecology*, 2:301-325, 1986.
- [16] TORQUEBIAU, E.F. Photosynthetically active radiation environment, patch dynamics and architecture in a tropical rainforest in Sumatra. *Australian Journal of Plant Physiology*, 15: 327-42, 1988.
- [17] WHITMORE, T.C. Gaps in the forest canopy. In: TOMLINSON, P.B. & ZIMMERMANN, M.H. *Tropical trees as living systems*. Cambridge: Cambridge Un. Press, 1976. p.639-649.