

PLANTIO DIRETO NA CAPOEIRA

*Oswaldo Kato
Maria do Socorro Kato
Tatiana de Abreu Sá
Ricardo Figueiredo*

A agricultura familiar na Amazônia Oriental, particularmente na região nordeste do Pará, caracteriza-se pela prática da agricultura rotacional. Tal prática baseia-se na intercalação de períodos de cultivo com períodos de pousio e no acúmulo, na vegetação secundária (capoeira), dos bioelementos a serem disponibilizados aos cultivos subseqüentes. Visando evitar a continuidade do uso do fogo para o preparo de área para plantio, em face do que representa de negativo quanto à perda de nutrientes, risco de incêndio, emissões à atmosfera, e tentando viabilizar maior acúmulo de bioelementos no período de pousio, vem sendo desenvolvido o que se convencionou denominar de plantio direto na capoeira. O preparo por corte e queima é substituído pelo preparo por corte e trituração da vegetação da capoeira. A técnica, adotada em ações de pesquisa participativa, em áreas ocupadas por cultivos alimentares anuais, cultivos semi-permanentes e em áreas de pastagem, está sendo testada em cultivos perenes. Estudos realizados na última década indicam que a presença de vegetações secundárias em pousio em propriedades agrícolas é capaz de oferecer oportunidades relevantes em termos de serviços ambientais, além das possibilidades de agregar valor monetário, face à utilização de espécies vegetais encontradas na capoeira.

¹ KANASHIRO, M. & DENICH, M. *Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira*. Brasília: MCT/CNPq, 1998. p. 157.

² HÖLSCHER, D.; MÖLLER, M. R. F.; DENICH, M. & FÖLSTER, H. Nutrient input-output budget of shifting agriculture in eastern Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 47:49-57, 1997.

HÖLSCHER, D.; SÁ, T. D. de A.; BASTOS, T. X.; DENICH, M. & FÖLSTER, H. Evaporation from young secondary vegetation in eastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, 193:293-305, 1997.

SÖMMER, R.; VLEK, P. L. G.; SÁ, T. D. A.; COELHO, R. F. R. & FÖLSTER, H. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon – evidence for sub-soil nutrient accumulation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 68:257-271, 2004.

³ DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova para o incremento da produtividade do sistema de produção na Amazônia Oriental Brasileira*. Eschborn: EMBRAPA/CPATU-GTZ, 1991. 284p.

DENICH, M.; KANASHIRO, M. & VLEK, P. L. G. The potential and dynamics of carbon sequestration in traditional and modified fallow systems of the Eastern Amazon region, Brazil. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M. & STEWART, B. A. (Eds.) *Global climate change and tropical ecosystems*. Boca Raton: CRC, 1999. p. 213-229.

TIPPMANN, R. *Assessment of Carbon Sequestration in Landscape under the Clean Development Mechanism of the Kyoto Protocol*. Diploma Thesis. ZEF Bonn / Department of Geography, University of Bonn, Germany, 2000.

⁴ DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. de A., LÜCKE, W.

A realidade da Amazônia como um todo, a despeito das alarmantes cifras anuais de desmatamento, indica que ainda há muito o que conservar em termos de recursos naturais, fato que remete os que buscam alternativas agrícolas às práticas atuais, ao grande desafio de conciliar a conservação ambiental com a melhoria na condição social da sua população.

Para reduzir a taxa de eliminação e de exploração predatória da floresta nativa, e considerando a demanda crescente na oferta de produtos agrícolas (oriundos de cultivos anuais, intermediários e perenes, pecuários e florestais), é preciso buscar alternativas sustentáveis às áreas já desmatadas, oferecendo opções que aliem ao aumento na produção e na produtividade agrícola, a oferta de serviços ambientais que, a médio/longo prazo, garantirão a manutenção desta produtividade, e também a melhoria de condições sociais e econômicas dos agricultores.

A região nordeste do estado do Pará, na Amazônia Oriental, é largamente conhecida como uma fronteira agrícola antiga, onde a ocupação induzida pelo governo teve início no final do século dezenove, com a distribuição de lotes de 25 hectares aos colonos assentados ao longo da ferrovia Belém-Bragança. A partir de então, pratica-se predominantemente a agricultura rotacional (itinerante ou migratória – *shifting cultivation*), alternando períodos de cultivo (principalmente de milho, feijão caupi e mandioca) com períodos de pousio, em que a vegetação secundária (capoeira) acumula carbono e nutrientes, prestando-se como oferta de produtos para usos diversos (madeireiros e não madeireiros) e, em especial, como suprimento de nutrientes para os cultivos subseqüentes, por meio do que é disponibilizado principalmente na forma de cinza, através do preparo de área conhecido como derruba-e-queima¹.

A produtividade dos cultivos se mantém relativamente estável enquanto este sistema de uso da terra, largamente utilizado pela agricultura familiar da região, mantém taxas de rotação em que o período de pousio é longo o suficiente para permitir que a vegetação secundária expresse sua capacidade quanto à manutenção da diversidade florística, ao bombeamento de água e nutrientes² e ao acúmulo de carbono e nutrientes em sua biomassa³. Isso se deve ao papel que este sistema rotacional desempenha no controle de invasoras, na proteção do solo pela rede de raízes da capoeira e na disponibilização aos cultivos, dos nutrientes acumulados na biomassa⁴; contudo, quando o período de pousio decresce, esses atributos vão diminuindo a sua efetividade, comprometendo a sustentabilidade da produção agrícola⁵.

- & VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience of Eastern Amazonia. *Agroforestry Systems*, 61: 91-1006, 2004.
- ⁵ METZGER, J. P. M. Dinâmica e equilíbrio da paisagem em áreas de agricultura de corte-e-queima em pousio curto e longo na região da Bragantina. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PARÁ, BRAZIL, 1999. *Anais...* Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 47-50. (Documentos 69).
- ⁶ DIAZ, M. del C. V.; NEPSTAD, D.; MENDONÇA, M. J. C.; MOTA, R. S.; ALENCAR, A.; GOMES, J. C. & ORTIZ, R. A. O preço oculto do fogo na Amazônia: custos econômicos associados ao uso de fogo. Report of IPAM/IPEA/WHRC, Belém, Pará, Brazil, 43 p. <http://www.ipam.org.br/publica/publica-papers.php> (November 2003).
- ⁷ KATO, O. R.; KATO, M. S. A.; JESUS, C. C. de & RENDEIRO, A. C. Época de preparo de área e plantio de milho no sistema de corte e trituração no município de Igarapé-Açu, Pará. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 2002, 3 p. (Comunicado Técnico, 64).
- ⁸ HÖLSCHER, D. *et al.* Evaporation from young secondary vegetation in eastern Amazonia. *Op. cit.*
- ⁹ BRIENZA JUNIOR, S.; DENICH, M.; FOELSTER, H. & VLEK, P. L. G. Enriquecimiento de barbechos con leguminosas arbóreas como alternativa para la tumba y quema em la Amazonia Oriental Brasileña. *Agroforesteria en las Américas*, 8:16-19, 2001. DENICH, M. *et al.* *Op. cit.*
- ¹⁰ Palavra que significa capoeira ou ex-roça no idioma da tribo dos Tiryios, do norte do Pará.

Adicionalmente, a prática tradicional do uso do fogo no preparo de área para plantio tem implicações negativas, em especial quanto ao risco de incêndio, com a perda de benfeitorias, e quanto aos problemas de saúde, em especial os problemas respiratórios que acarreta, pela poluição do ar.⁶ Além disso, o uso do fogo limita a flexibilidade do calendário agrícola, ao exigir a ocorrência de um período de baixa incidência de chuva para viabilizar a secagem da vegetação derrubada, para que a queima se processe adequadamente⁷, o que é particularmente restritivo em uma região como o nordeste do Pará, na qual o regime de chuvas exibe apenas tênue diferenciação na sua distribuição ao longo do ano⁸.

Uma análise das limitações do sistema vigente visando adotar intervenções agrícolas voltadas a reduzir ou eliminar essas limitações, apontou a necessidade de, na época de preparo de área, substituir a derruba-e-queima da capoeira pela prática do corte e trituração. Na época de pousio observou-se ser oportuna a adoção da prática da capoeira melhorada, preferencialmente por meio do plantio de árvores de rápido crescimento, capazes de fixar biologicamente o nitrogênio atmosférico, como forma de viabilizar o acúmulo mais rápido de biomassa, nas condições vigentes de pousio curto.⁹

Esse sistema vem sendo denominado de plantio direto na capoeira, uma vez que as práticas alternativas introduzidas conferem a característica de uma modalidade de plantio direto, na qual a cobertura do solo onde ocorrerá o plantio das culturas é oriunda da biomassa da capoeira. Desenvolvido, aperfeiçoado e validado pela Embrapa Amazônia Oriental, através do atual projeto Tipitamba¹⁰, este sistema foi realizado em grande parte no âmbito do projeto SHIFT-Capoeira.

Em termos sociais, a substituição do corte e queima pelo corte e trituração minimiza a penosidade do trabalho do agricultor, além de reduzir os riscos de incêndio – que anualmente levam a prejuízos consideráveis no meio rural – e por consequência os efeitos danosos da fumaça das queimadas à saúde humana e animal, e a serviços como o da aviação.

A capoeira como rede de segurança da propriedade e da paisagem

Estudos realizados principalmente nas duas últimas décadas vêm comprovando os papéis ambientais e socioeconômicos que a vegetação secundária em pousio, conhecida como capoeira, desempenha enquanto componente do

- ¹¹ HEDDEN-DUNKHORST B.; DENICH M.; VIELHAUER, K.; MENDOZA-ESCALANTE, A.; BÖRNER, J.; HURTIENNE, T.; SOUSA FILHO, F. R. de; SÁ, T. D. de A. & COSTA, F. de A. Forest-based fallow systems: a safety net for smallholders in the Eastern Amazon? Trabalho apresentado na Conferência Internacional Rural livelihoods, Forests and Biodiversity”, Bonn, Alemanha, maio 2003, CIFOR, Bogor, Indonésia. http://www.zef.de/research_activities/shift/publications.htm.
- SÁ, T. D. de A. Aspectos biofísicos e biogeoquímicos de vegetações secundárias na Amazônia oriental e serviços ambientais associados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BOTÂNICA, 54., 2003, Belém, Pará. Desafios da botânica no novo milênio. SBB, 2003. p. 150-152.
- ¹² DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova...* Op. cit.
- ¹³ DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova...* Op. cit.
- ¹⁴ OLIVEIRA, P. C.; CARVALHO, C. J. R. de; SÁ, T. D. de A. & BRIENZA JUNIOR, S. Prospecção de espécies vegetais potencialmente acumuladoras de fósforo: uma estratégia para a melhoria da sustentabilidade de sistemas agroflorestais sequeñenciais no nordeste paraense In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4, Ilhéus, 2002. *Anais...* Ilhéus, 2002. CD-ROM.
- ¹⁵ CATANNIO, J. H. *Soil N mineralization dynamics as affected by pure and mixed application of leavy material from leguminous trees used in planted fallow in Brazil.* Georg-August-Universitat, Gottingen. Fakultat fur Agrarwissenschaften. Dissertation. <http://webdoc.sub.gwdg.de/diss/2002/cattanio/index.html>.
- DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova...* Op. cit.

sistema rotacional de uso da terra adotado por grande parte dos agricultores da Amazônia Oriental, como é o caso do nordeste do Pará.¹¹

Uma das funções das *capoeiras*, que vem sendo utilizada como suporte à maioria das experiências de produção agrícola familiar na Amazônia, é a associada ao suprimento de nutrientes e de matéria orgânica. A diversidade florística ainda encontrada nas vegetações secundárias abriga uma considerável gama de espécies que têm a habilidade de acumular, por diversos mecanismos, nutrientes essenciais aos cultivos a serem implantados após o corte dessas vegetações secundárias. Nesse sentido, Denich¹² produziu trabalho pioneiro na caracterização da diversidade funcional da capoeira com relação a nutrientes, avaliando a concentração de onze bioelementos (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn, Cu, Na e Al) na folha e em material lenhoso de 81 espécies de capoeira. O autor observou que as espécies de Myrtaceae tendem a ter alto conteúdo de manganês (Mn), e que a espécie *Lacistema pubescens*, muito comum no nordeste do Pará, exibe conteúdos de sódio (Na) mais elevados que a média das espécies. A aplicação da análise de agrupamento (*cluster*) em 80 das espécies encontradas permitiu evidenciar dezesseis grupos de espécies com concentrações semelhantes de nutrientes nas folhas¹³. Dentre os grupos encontra-se, por exemplo, um que abrange espécies com concentrações relativamente elevadas de fósforo (P), por exemplo, em *Cecropia palmata*, e um que abrange espécies com tendência a acumular nitrogênio (N), incluindo, dentre outras, espécies dos gêneros *Cassia* e *Inga*. Com relação à habilidade em acumular nutrientes, a espécie *Neea macrophylla* também parece exibir teores consideravelmente elevados de P foliar.¹⁴

A serapilheira (*litter*) formada por espécies da capoeira, considerada em termos de padrão de decomposição e de nutrientes¹⁵, influencia a disponibilidade de matéria orgânica, já que a composição deste material influi na diversidade e na concentração de mesofauna do solo¹⁶ e igualmente em processos por ela mediados.

As espécies da capoeira apresentam comportamento diferenciado quanto à resposta aos nutrientes no solo, o que tem sido evidenciado estudando-se a resposta de capoeiras a aplicações de fertilizantes.¹⁷

A avaliação do balanço de nutrientes em vegetações secundárias em pousio na Amazônia Oriental¹⁸ revela que a presença das raízes da vegetação secundária, no sistema rotacional com base no manejo da capoeira, garante o

- ¹⁶ DENICH, M. *Estudo da importância de uma vegetação secundária nova... Op. cit.*
- ¹⁷ GEHRING, C.; DENICH, M.; KANASHIRO, M. & VLEK, P. L. G. Response of secondary vegetation in Eastern Amazonia to relaxed nutrient availability constraints. *Biogeochemistry*, 45: 223-241, 1999.
- ¹⁸ HÖLSCHER, D. *et. al.* Nutrient input-output budget of shifting agriculture in eastern Amazonia. *Op. cit.*
- ¹⁹ SOMMER, R.; SÁ, T. D. de A.; VIELHAUER, K.; VLEK, P. L. G. & FÖLSTER, H. Water and nutrient balance under slash-and-burn agriculture in the Eastern Amazon, Brazil – The role of a deep rooting fallow vegetation. In: INTERNATIONAL PLANT NUTRITION COLLOQUIUM “FOOD SECURITY AND SUSTAINABILITY OF AGRO-ECOSYSTEMS”, 14., 2001. *Proceedings...*, 2001. p. 1014-1015.
- ²⁰ WICKEL, B. *Water and nutrient dynamics of a humid tropical watershed in Eastern Amazonia.* Center of Development Research, University of Bonn, Thesis of Doctor. Ecology and Development Series, n. 21, 135 p., 2004.
- ²¹ DENICH, M.; KANASHIRO, M. & VLEK, P. L. G. The potential and dynamics... *Op. cit.*
- ²² DENICH, M.; KANASHIRO, M.; VLEK, P. L. G. The potential and dynamics... *Op. cit.*
- BRIENZA JUNIOR, S. *et. al.* *Op. cit.*
- SÁ, T. D. de A. & ALEGRE, J. Práticas agroflorestais visando o manejo de vegetações secundárias: uma abordagem com ênfase em experiências amazônicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGRO-FLORESTAIS, 3., 2000, Manaus, AM. *Palestras...* Manaus, AM: Embrapa Amazônia Ocidental, 2001. p. 102-115. (Documentos, 17).

bombeamento de nutrientes de camadas mais profundas que as alcançadas pelas raízes da maioria dos cultivos e, ainda mais, que estas raízes ao permanecerem no solo mesmo durante o período de cultivo, reduzem as perdas de nutrientes por lixiviação, constituindo-se em verdadeira rede protetora (*safety net*) no solo.¹⁹

Estudos em nível de bacia hidrográfica no nordeste do Pará²⁰ vêm evidenciando o papel das raízes de capoeiras no balanço de água e nutrientes, em sistema rotacional tradicional e submetido a corte e trituração. Tais estudos indicam que a presença deste tipo de vegetação em nível de paisagem contribui para atenuar a transferência de nutrientes e poluentes aos cursos de água, pela ação protetora da rede representada por suas raízes.

O papel das vegetações secundárias quanto ao acúmulo de carbono acima e abaixo do solo vem sendo documentado em vários locais na Amazônia,²¹ incluindo experiências envolvendo a técnica de capoeira melhorada²². Os resultados evidenciam a expressiva contribuição que esse tipo de cobertura vegetal pode representar em termos de seqüestro de carbono, atingindo até valores superiores a 10 Mg. ha⁻¹ ano⁻¹.²³ Este é um aspecto promissor ligado a estratégias de certificação ambiental e de financiamento associadas à adoção de tecnologias adequadas do ponto de vista ambiental.

Outro aspecto biofísico das capoeiras revelado por trabalhos recentes, refere-se a atributos micrometeorológicos²⁴, em especial, a capacidade que têm as mesmas de transferir vapor de água para a atmosfera através da evapotranspiração, que se aproxima à observada em florestas primárias, mesmo em capoeiras jovens²⁵. Este fato está associado às características de seu sistema radicular que, não sendo prejudicado por mecanização pesada, já está estabelecido desde ciclos anteriores de cultivo, bem como às características de trocas gasosas de componentes destas vegetações, que alcançam taxas relativamente elevadas de condutância estomática e de transpiração.²⁶ Esta característica pode ser também encontrada e manejada em capoeiras melhoradas pelo plantio de árvores de rápido crescimento.²⁷

Alternativas promissoras de intervenção no sistema tradicional

A avaliação das limitações atuais do sistema tradicional de cultivo adotado na agricultura familiar do nordeste do Pará apontou a necessidade de intervenção em dois momentos do ciclo²⁸: na fase de preparo de área, substituindo

²³ SÁ, T. D. de A. & ALEGRE, J. *Op. cit.*

²⁴ GIAMBELLUCA, T. W.; HÜLSCHER, D.; BASTOS, T. X.; FRAZÃO, R. R.; NULLET, M. A. & ZIEGLER, A. D. Observations of albedo and radiation balance over post-forest land surfaces in eastern Amazon Basin. *Journal of Climate*, 10: 919-928, 1997.

²⁵ HÖLSCHER, D. *et. al.* Evaporation from young secondary vegetation in eastern Amazonia. *Op. cit.*

²⁶ SÁ, T. D. de A.; OLIVEIRA, V. C. de; WEBER NETO, O. & CARVALHO, C. J. R. de. Condutância estomática em espécies-chave de vegetação secundárias em pousio, em sistema de “derruba-e-queima”, na Amazônia Oriental. *Ecologia Latino-americana*, p. 163-171, 2000.

²⁷ SÁ, T. D. de A.; OLIVEIRA, V. C. de; ARAÚJO, A. C. DE. & BRIENZA JUNIOR, S. Spectral irradiance and stomatal conductance of enriched fallows with fast-growing trees in eastern Amazonia, Brazil. *Agroforestry Systems*, 47: 289-303, 1999.

²⁸ DENICH, M.; KANASHIRO, M. & VLEK, P. L. G. The potential and dynamics... *Op. cit.*

²⁹ KATO, M. S. A.; KATO, O. R.; DENICH, M. & VLEK, P. L. Fire-free alternatives to slash-and-burn for shifting cultivation in the eastern Amazon region: The role of fertilizers. *Field Crops Research*, v. 62, p. 225-237, 1999.

³⁰ BRIENZA JUNIOR, S. *et. al.*, *Op. cit.*

³¹ DENICH, M.; VIELHAUER, K.; KATO, M. do S. A.; BLOCK, A.; KATO, O. R.; SÁ, T. D. de A., LÜCKE, W. & VLEK, P. L. G. Mechanized land preparation in forest-based fallow systems: the experience of Eastern Amazonia. *Agroforestry Systems*, 61: 91-1006, 2004.

a queima da vegetação da capoeira pelo seu corte e trituração²⁹ e, na fase de pousio, introduzindo-se a prática da capoeira melhorada, plantando-se árvores de rápido crescimento, em especial fixadoras de nitrogênio atmosférico, ao final da última cultura, encurtando assim o período de descanso e mantendo a produção de biomassa correspondente a um pousio mais longo.³⁰

O corte e trituração da capoeira, procedimento proposto para evitar os efeitos negativos do fogo utilizado no preparo de área, pode ser feito manualmente, o que demanda uma grande quantidade de mão-de-obra, sugerindo que seja mais viável quando trabalhado em forma de mutirão. O Projeto Tipitamba, na tentativa de reduzir o trabalho manual, introduziu inicialmente uma ensiladeira de forragem para realizar a operação semimecanizada, a qual, apesar de apresentar boa eficiência na trituração, demandou muita mão-de-obra.

A inexistência de implemento agrícola que realizasse a trituração da capoeira levou ao desenvolvimento de um triturador de capoeira, denominado Tritucap, com o apoio das Universidades de Göttingen e de Bonn (Alemanha). O equipamento está sendo desenvolvido para derrubar, triturar e distribuir sobre o solo a capoeira triturada na forma de cobertura morta em uma única operação. Mais recentemente foram lançados três equipamentos para trituração de capoeira por indústrias de máquinas agrícolas, exibindo boa eficiência.

Atualmente, o preparo de área via corte e trituração vem sendo realizado principalmente por trituradeiras motomecanizadas.³¹ A técnica vem sendo aplicada em diversas culturas tradicionais na região, como milho, arroz, mandioca, feijão caupi, melancia, maracujá e pimenta-do-reino, e também testada em pastagens.³²

A trituração é realizada cortando a vegetação a uma altura de 5-10cm do solo, de forma a manter os tocos e raízes da vegetação secundária, pois são elas as responsáveis por aproximadamente 70% da regeneração da capoeira, garantindo com isso a presença da capoeira na paisagem agrícola e assim os benefícios dos serviços ambientais por ela promovidos.

A outra técnica associada ao plantio direto da capoeira, que corresponde a uma intervenção na fase de pousio, é a melhoria de capoeira pela introdução de árvores leguminosas de rápido crescimento, para minimizar o problema de redução do período de pousio no sistema tradicional de derruba-e-queima. As árvores são introduzidas no final da

³² CAMARÃO, A. P.; RODRIGUES FILHO, J. A.; RISHKOWSKY, B.; MENDONÇA, C. L. G. & HOHNWALD, S. Disponibilidade de forragem, composição botânica e qualidade da pastagem de capim quicuo-da-amazônia (*Brachiaria humidicola*) sob três condições. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. *Anais...* Recife. CD-ROM.

³³ BRIENZA JUNIOR, S. *et. al.* *Op. cit.*

fase agrícola, dentro do cultivo da mandioca, última cultura do sistema tradicional. As árvores leguminosas são plantadas 5 a 6 meses após o plantio da mandioca, mais especificamente na última capina realizada para a cultura da mandioca. O espaçamento das leguminosas não deve ser menor que 2m x 2m, para garantir a regeneração da vegetação natural. Após o plantio, as árvores leguminosas não recebem nenhum tratamento especial e crescem juntamente com a capoeira natural.³³ O período de pousio associado ao sistema de corte e trituração é de 3 a 4 anos e quando se utiliza a tecnologia de melhoria de capoeira com árvores leguminosas de rápido crescimento, esse período é de 2 anos.

Oferta potencial de serviços ambientais

As vegetações secundárias em pousio (capoeiras) em propriedades agrícolas e em nível de paisagem são capazes de oferecer oportunidades relevantes quanto a serviços ambientais. Após o período de cultivo agrícola, as capoeiras se restabelecem por meio dos tocos, raízes e sementes que sobreviveram. Uma vez restabelecida, esta vegetação acumula carbono e nutrientes em sua biomassa e compete com as plantas herbáceas, em geral impedindo o crescimento destas.

É fato bem conhecido que, após o período de pousio no manejo agrícola destas áreas, a utilização do fogo para limpeza e preparo de área para novos cultivos provoca grandes perdas de nutrientes por volatilização e pelo transporte de partículas de cinzas através dos ventos. Desta maneira, o preparo de área para cultivo por meio da técnica de corte e trituração da capoeira evita a perda de nutrientes provocada pelas queimadas.

³⁴ SOMMER, R. *et. al.* *Op. cit.*

Sommer *et al.*³⁴ compararam o balanço de nutrientes (entradas e perdas nos agroecossistemas) entre áreas onde se adotou a prática tradicional de corte e queima e áreas onde se utilizou a técnica de corte e trituração, enfocando nesta última principalmente as perdas de nutrientes por lixiviação, fato que poderia anular os benefícios obtidos quando são evitadas as perdas provocadas pelo fogo devido à volatilização e transporte de cinzas. O monitoramento realizado na região Bragantina, na Amazônia Oriental, contemplou um período de cultivo de 1 ano e meio – milho, feijão caupi e mandioca, seqüencialmente – em situações de preparo de área (com e sem fogo), e com manejo de capoeiras de duas diferentes idades – 3 anos e meio e 7 anos.

O estudo de Sommer e colaboradores demonstrou a grande importância da capoeira, e em especial do sistema de

corte e trituração para o balanço positivo de nutrientes. Enquanto a prática do corte e queima ocasionou elevadas perdas de carbono (97% na capoeira mais nova e 94% na mais velha) e de nutrientes (98% do nitrogênio na capoeira mais nova e 96% do nitrogênio na mais velha, por exemplo), tais perdas não ocorrem com o plantio direto na capoeira. Além disso, apesar da grande quantidade de nutrientes contida no material triturado, que forma a cobertura morta e que se decompõe sobre os solos cultivados, não foi observado aumento na perda de nutrientes por lixiviação.

O balanço de nutrientes foi altamente negativo no tratamento com corte e queima, atingindo taxas de perda de cerca de 400 kg de nitrogênio, 20 kg de fósforo e 130 kg de potássio por hectare, enquanto no tratamento com corte e trituração o balanço de nutrientes foi bem equilibrado, ocorrendo apenas pequenas perdas de nitrogênio e potássio – menores que 5 kg e 2 kg, respectivamente – e um balanço positivo para fósforo (ganho de 5kg de fósforo por hectare), fato este extremamente significativo considerando o baixo teor deste elemento nos solos da região. Ressalta-se que este equilíbrio no balanço de nutrientes ocorreu mesmo quando o período de pousio foi reduzido para 3 anos e meio.

Assim, enquanto a agricultura de corte e queima ocasiona grande perda de fertilidade dos solos, o plantio direto na capoeira proporciona a recuperação gradativa destes solos com adições contínuas de nutrientes e carbono. Além da cobertura morta promovida pela trituração da vegetação secundária, são as raízes das espécies da capoeira as grandes responsáveis por isto, já que estas atuam recapturando para seu recrescimento os nutrientes que lixiviam no perfil do solo, conferindo sustentabilidade a estes agroecossistemas.

Para verificar os serviços ambientais deste sistema de plantio direto na capoeira, Wickel³⁵ desenvolveu estudos em área de agricultura familiar para determinar os principais processos hidrológicos e as vias hídricas preferenciais, assim como para quantificar os fluxos de nutrientes e água em nível de microbacia. O balanço de água e o comportamento hidrológico da área triturada assemelharam-se à área de capoeira com 4 anos e meio.

Apesar de não encontrar diferenças na lixiviação de nutrientes entre os sistemas de corte e queima e de corte e trituração, o estudo aponta para uma lixiviação elevada em cultivos de espécies semiperenes, como a pimenta-do-reino e o maracujá, cultivos estes que ao longo do tempo afetam substancialmente o sistema radicular das espécies da capoeira.

³⁵ WICKEL, B. *Op. cit.*

Este fato reafirma o importante papel das raízes da vegetação de *pousio* na atenuação da entrada de nitratos e contaminantes nos aquíferos da região estudada. No entanto, o aumento das concentrações de nutrientes nestes aquíferos pode estar sendo ocasionado pelas pesadas taxas de adubação química nos cultivos semiperenes. De qualquer maneira, evidencia-se o papel do manejo de capoeiras na agricultura familiar regional como atenuante da contaminação das águas subterrâneas quando comparadas com as áreas de uso mais intenso e prolongado, como os cultivos de pimenta-do-reino.

³⁶ WICKEL, B. *Op. cit.*

Outro resultado importante da pesquisa de Wickel³⁶ relaciona-se ao papel fundamental exercido pela mata ciliar na área estudada, protegendo um pequeno igarapé das entradas de nutrientes, oriundos das áreas de cultivo agrícola, via escoamento superficial e sub-superficial. A mata ciliar é determinante tanto da vazão do igarapé quanto da sua composição química. Na composição química das águas fluviais, Wickel³⁷ observou que as áreas queimadas promoveram entradas significativas de cálcio e magnésio no pequeno igarapé, fato que muda as características físico-químicas deste ecossistema e pode assim interferir em seu funcionamento.

³⁷ WICKEL, B. *Op. cit.*

Além disso, são disponíveis evidências sobre o papel positivo do sistema rotacional com base na capoeira (notadamente, com a adoção da técnica de *capoeira melhorada*, preconizada pelo projeto) quanto ao balanço de carbono (acima e abaixo de solo) e à oferta de vapor de água à atmosfera.

Produção agrícola sustentável

³⁸ KATO, M. S. A. *et. al.*. *Op. cit.*

Resultados obtidos por Kato *et al.*³⁸ mostram que a produção de culturas mais exigentes, no primeiro ano de cultivo, é baixa em sistemas de corte e trituração devido ao efeito da imobilização de nutrientes pelos microorganismos do solo; no segundo ano de cultivo consecutivo, porém, este efeito não é mais evidenciado devido à decomposição do material triturado que estava sobre o solo. Para a cultura da mandioca o efeito não existe, em razão de seu ciclo ser de pelo menos 12 meses, e assim ser beneficiada pelos nutrientes liberados durante a decomposição do material orgânico. O efeito negativo no sistema sem queima (cobertura) é neutralizado quando se realiza adubação química complementar com nitrogênio, fósforo e potássio (NPK).

O sistema de corte e trituração permite um segundo ciclo consecutivo de cultivo agrícola. No segundo ciclo de

cultivo, a produção de arroz cultivado sem queima apresenta aumento de produção de 0,9 para 1,5 t ha⁻¹, equivalendo à produção das áreas queimadas no primeiro ano (1,5 t ha⁻¹), enquanto que nas áreas queimadas há uma tendência para redução da produção de arroz. A produção de raízes frescas de mandioca no segundo ciclo mantém a produtividade do primeiro ciclo de cultivo. A observação em longo prazo sugere que não haverá efeitos negativos em áreas preparadas por meio de corte e trituração com qualquer cultura. Um substancial aumento de produtividade será obtido quando a aplicação complementar de fertilizantes for realizada.

O uso do plantio direto na capoeira poderá proporcionar, em prazo longo, a recuperação do solo devido ao aumento substancial da quantidade de matéria orgânica. Daí resultam ampliadas a capacidade de retenção de nutrientes no solo e a eficiência no uso de fertilizantes minerais, permitindo reduzir as quantidades de fertilizantes requeridas e os custos de produção com adubação. Uma vez que os solos tenham se recuperado o suficiente, a adubação mineral só será requerida para suprir a quantidade de nutrientes removida pelos produtos colhidos.

O nutriente que mais tem limitado a produção agrícola é o fósforo.³⁹ Apesar da baixa exigência pelas plantas, é um elemento de baixa disponibilidade na maioria dos solos da Amazônia. Por outro lado, a biomassa aérea da capoeira, independente da idade, apresenta pequena quantidade de fósforo armazenada⁴⁰, o que mostra a necessidade de identificar alguma fonte deste elemento para suprir as necessidades dos cultivos. A busca de alternativa para suprir esta demanda é foco de estudo no projeto Tipitamba⁴¹, através de espécies acumuladoras de fósforo que poderão ser introduzidas na capoeira na fase de pousio.

Com o sistema de corte e trituração da vegetação e o plantio direto, o preparo de área pode ser realizado em qualquer época do ano, tendo-se o cuidado de observar a umidade do solo, de forma a garantir água suficiente para atender as necessidades da planta a ser cultivada.⁴² Isso permite ao agricultor flexibilizar o período de plantio e obter produções fora da época tradicional (dezembro/janeiro), além de conseguir melhores preços para seus produtos no mercado.⁴³

Estudos realizados em cultivos de milho, mandioca e maracujá evidenciam o efeito positivo do plantio direto em capoeira na manutenção de água armazenada no solo, quando comparado ao sistema de corte e queima, particularmente quando é adotada a prática de capoeira melhorada.⁴⁴

³⁹ BÜNEMANN, E.; DENICH, M.; VIELHAUER, K. & VLEK, P. L. G. Mineral nutrition of maize and cowpea on mulched areas in NE, Pará. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PARÁ, BRAZIL. *Anais...* Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 120-121. (Documentos 69)

⁴⁰ KATO, O. R. *Fire-free land preparation as an alternative to slash-and-burn agriculture in the Bragantina region, Eastern Amazon: Crop performance and nitrogen dynamics*. Göttingen: Cuvillier, 1998. p. 132.

⁴¹ OLIVEIRA, P. C. *et. al.*. *Op. cit.*

⁴² VIELHAUER, K. Qualitative and quantitative patterns of variation in throughfall in spontaneous and enriched secondary vegetation under fallow in Northeastern Pará State, Brazil. In: SHIFT-Workshop, 3., 1998, Manaus. *Abstracts...* Manaus, 1998.

⁴³ KATO, O. R. *et. al.*, 2002 *Op. cit.*

⁴⁴ SOUSA, N. C.; FREIRE, G. S.; COIMBRA, H. M.; VIELHAUER, K. & SÁ, T. D. de A. Monitoramento de água no solo em capoeira sucedendo as fases de cultivo/enriquecimento de capoeira/cultivo, na Amazônia Oriental. In: XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ABROMETEOLOGIA, 12., REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE AGROMETEOLOGIA, 3., Fortaleza, Ceará, Brasil, 2001, *Resumos...* Fortaleza, 2001. p. 501-502.

O sistema de corte e trituração tem sido investigado também para a cultura do maracujá (*Passiflora edulis*). As melhores produções de frutos de maracujá são alcançadas nos sistemas de corte e trituração (20,7 t ha⁻¹) e aração e gradagem (21,9 t ha⁻¹). Os resultados mostram que a produção de frutos de maracujá é menor quando o cultivo é feito no sistema tradicional de derruba-e-queima (14,8 t ha⁻¹).

Apesar da produção do maracujá no sistema de corte e trituração apresentar a mesma produção do sistema de aração e gradagem, é importante ressaltar que os cultivos no sistema de corte e trituração apresentaram melhor desenvolvimento, sem stress hídrico na época seca (observação visual), e com menor incidência de plantas invasoras, além de evitar a erosão do solo e de manter a capacidade regenerativa da capoeira.

O sistema de corte e trituração está sendo testado em pastagens na região de Igarapé-Açu, Pará.⁴⁵ Em pastagem de capim braquiário (*Brachiaria brizanta*) associado com quicuío da Amazônia (*Brachiaria humidicola*), no sistema de corte e trituração, a oferta de forragem é maior que em pastagem formada a partir da derrubada e queima. Em consequência, o ganho de peso animal é maior na pastagem com corte e trituração. Além disso, as pastagens em áreas preparadas com corte e trituração apresentam menor índice de plantas espontâneas, reduzindo os custos para o seu controle.

Outra técnica associada à agricultura sem queima é a melhoria de capoeira. Esta técnica proporciona a redução do período de pousio de 4 a 10 anos para 2 anos. As espécies selecionadas com esse objetivo – *Acacia mangium*, *Acacia auriculiformes*, *Inga edulis*, *Clitoria racemosa*, *Acacia angustissima* e *Schelolobium paniculatum* – são introduzidas na capoeira ainda na fase de cultivo da mandioca, antes do abandono da área para o pousio. Essa técnica possibilita, em dois anos, o acúmulo de biomassa de 29,4 t ha⁻¹ a 60,6 t ha⁻¹ no espaçamento de 2m x 2m⁴⁶, enquanto em capoeira natural a biomassa neste mesmo período foi de 27,1 t ha⁻¹.

Vale ressaltar que a técnica de melhoria de capoeira é fortemente associada à técnica de preparo de área sem o uso do fogo. Melhorar a capoeira com introdução de árvores de rápido crescimento e utilizar o fogo no preparo de área, aceleram o processo de degradação, tendo em vista que as árvores de rápido crescimento apresentam grande capacidade de absorver nutrientes do solo, inclusive de camadas mais profundas do solo, e de acumular na biomassa. O uso do fogo no preparo de área provoca perdas de nutrientes que irão acelerar a degradação pelas perdas de nutrientes do sistema.

⁴⁵ CAMARÃO, A. P. et. al..
Op. cit.

⁴⁶ BRIENZA Jr., S. Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the Eastern Amazon of Brazil. *Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen*, Göttingen, 134:133, 1999.

Estratégias para viabilizar o plantio direto na capoeira

O plantio direto na capoeira pode ser realizado de forma manual, semimecanizada, utilizando-se trituradores alimentados manualmente, ou de forma motomecanizada, utilizando-se equipamentos atrelados a tratores que derrubam, trituram e distribuem o material sobre o solo na forma de cobertura morta, com uma ou duas operações.

Como a adoção dos equipamentos para trituração implica compra de trator e do implemento de trituração, o seu uso em nível de agricultura familiar necessita que os agricultores estejam organizados de forma associativa, pois é impossível a viabilidade do uso de máquinas individualmente. Levando em consideração o quadro vigente, a adoção desta tecnologia pode ser viabilizada por: a) patrulha mecanizada gerenciada pela prefeitura – as prefeituras municipais deveriam formar patrulhas mecanizadas com equipamentos de trituração de capoeira para atender comunidades rurais organizadas. As comunidades rurais anualmente apresentariam suas necessidades e a prefeitura executaria os trabalhos, devendo os agricultores pagar os gastos básicos (combustível, por exemplo); b) programa social de grandes empreendimentos – deveria ser garantido dentro do programa social dos grandes empreendimentos, o apoio à mecanização da agricultura familiar na Amazônia. Essa experiência está sendo realizada pela Albras (Alumínio Brasileiro S/A) no estado do Pará, em parceria com a prefeitura municipal de Barcarena; c) programas de governo – utilização da tecnologia em programas de governo que incentivam a utilização de boas práticas nas atividades desenvolvidas na propriedade. Um exemplo é o PROAMBIENTE, programa de desenvolvimento socioambiental, nascido de discussões dos agricultores familiares em suas bases, hoje transformado em programa do governo federal no Ministério do Meio Ambiente. Neste programa, está prevista a eliminação da queima no preparo de área num prazo de 3 anos; d) prestadoras de serviço – incentivar as prestadoras de serviço a equipar suas patrulhas com equipamentos de trituração de capoeira e vender os serviços.

A introdução de uma inovação tecnológica na agricultura familiar deve ser feita de forma participativa para que esta técnica seja apropriada pelos agricultores familiares. Assim, foi iniciado pelo Projeto Tipitamba um trabalho participativo com cinco comunidades dos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, no estado do Pará. O trabalho

visa principalmente ajustar a técnica de corte e trituração à realidade dos principais beneficiários, os agricultores. O trabalho participativo permitiu ampliar as opções de cultivos, tendo em vista o interesse dos agricultores em testar outras espécies de cultivo agrícola, além dos já testados pelo Projeto Tipitamba.

Estão sendo experimentados pelos agricultores de cinco comunidades, além dos cultivos testados pela pesquisa (milho, caupi, mandioca e maracujá), os cultivos de pimenta-do-reino, melancia e as hortaliças berinjela, pimenta amarela, pimenta malagueta, pepino e maxixe.

As vantagens atribuídas à técnica pelos agricultores são: redução de mão-de-obra, melhor conservação da umidade do solo, redução da erosão do solo e da poluição dos igarapés, melhoria da qualidade da produção e do solo, possibilidade de cultivar mais de uma vez sem degradar o solo, economia de energia; a vegetação triturada serve como adubo para o plantio do segundo ciclo, e não polui o meio ambiente. Apesar das inúmeras vantagens, existem desvantagens relatadas pelos agricultores: dificuldade de plantio logo após a trituração, pois há necessidade de adaptação de ferramentas (utiliza-se plantadeira manual de grãos do plantio direto); custo do equipamento para trituração e perda da lenha porque toda biomassa é triturada.

Em seu conjunto, os resultados obtidos até o momento apontam para uma promissora possibilidade de mudança substancial no sistema de produção da agricultura familiar, em especial da região alvo do estudo, permitindo uma agricultura sem o uso do fogo e com base no manejo da capoeira. Dessa forma, é possível garantir maior produção de biomassa e de bioelementos, além de um período de tempo compatível com a pressão pelo uso da terra atual; ao mesmo tempo, verifica-se agregação complementar de valor, no caso de espécies arbóreas que podem ser também utilizadas parcialmente para outros fins, como por exemplo, fonte de energia, em particular no momento em que este aspecto começa a se tornar um ponto de demanda, caracterizada pelo desaparecimento das fontes de lenha e carvão e pelo aumento nos preços de derivados do petróleo.

Oswaldo Kato é engenheiro agrônomo, doutor em Agroecologia e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental, Belém, Pará, Brasil.

okato@cpatu.embrapa.br

Maria do Socorro Kato é engenheira agrônoma, doutora em Agroecologia e pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental.

skato@cpatu.embrapa.br

Tatiana de Abreu Sá é engenheira agrônoma, doutora em Ecofisiologia Vegetal e pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental.

tatiana@cpatu.embrapa.br

Ricardo Figueiredo é engenheiro agrônomo, doutor em Ciências Ambientais e pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Amazônia Oriental.

ricardo@cpatu.embrapa.br