

Semanada Fruticultura, Floricultura e Agroindústria  
26 a 29 de junho de 2008  
HANGAR- Centro de Convenções e Feiras da Amazônia  
Belém- Pará- Brasil

## **Manejo de áreas alteradas com utilização de fruteiras**

Oswaldo Ryohei Kató, Josie Heleá, Tatiana Deane de Abreu Sá, Steel Vasconcelos

### **Introdução**

A agricultura familiar na Amazônia oriental, particularmente na região nordeste do Estado do Pará, é caracterizada pela prática da agricultura rotacional, que intercala períodos de cultivo com períodos de pousio em que a vegetação secundária (capoeira). Durante o pousio, a capoeira acumula bioelementos que serão disponibilizados aos cultivos subsequentes, predominantemente pelo preparo de área através da prática de derruba e queima (Denich 1991, Kanashiro e Denich 1998, Kato 1998).

Este sistema de cultivo necessita de pousios longos (pelo menos 10 anos) para ser sustentável (Hölscher et al. 1997 a, b, Sommer et al. 2004). Com o crescimento populacional e, conseqüentemente, o aumento da densidade demográfica, tem aumentado a pressão sobre os fragmentos de vegetação secundária remanescentes, resultando em períodos de pousio mais curtos, geralmente inferiores a 10 anos (Kanashiro e Denich 1998). Esse fato, aliado aos efeitos negativos exercidos pelo fogo no preparo de área para plantio, em decorrência de perdas de nutrientes (Mackensen et al. 1996), risco de incêndios, e emissões de gases para a atmosfera, tem comprometido a sustentabilidade do sistema de derruba e queima (Metzger 2000, Metzger et al. 1998).

Tentando viabilizar maior acúmulo de bioelementos no período de pousio, e evitar a queima da biomassa no preparo de área para plantio, o sistema de corte e trituração da biomassa da vegetação de pousio vem sendo desenvolvido pelo projeto Tipitamba prática que tem sido denominada como “plantio direto na capoeira” (Kato et al 2004).

O preparo de área sem o uso de fogo por meio do corte e trituração da vegetação da capoeira pode ser realizado mediante diferentes ferramentas ou equipamentos, a depender do grau de desenvolvimento da vegetação (Block 2004, Bernald 2005).

Para viabilizar o acúmulo de biomassa e bioelementos durante a fase de pousio, são plantadas árvores de rápido crescimento, em especial espécies capazes de fixar o nitrogênio atmosférico (Brienza Junior 1999).

As técnicas vem sendo testadas e adotada em ações de pesquisa participativa, em áreas ocupadas por cultivos alimentares anuais (e.g. milho, arroz, feijão caupi e mandioca) (Kato et al 2007, Oliveira 2002), cultivos semi-permanentes (e.g. pimentão-reino e maracujá) (Cardoso Junior 2007), em áreas de pastagem, e iniciada recentemente em cultivos perenes.

As técnicas de corte-e-trituração e enriquecimento vêm sendo testadas e adotadas em ações de pesquisa participativa, em áreas ocupadas por cultivos alimentares anuais (e.g. milho, arroz, feijão caupi e mandioca) (Kato et al 2007), cultivos semi-permanentes (e.g. pimenta-do-reino e maracujá) (Cardoso Junior et al. 2007), em áreas de pastagem, e iniciada recentemente em cultivos perenes.

---

<sup>1</sup> Eng. Agro. Pesquisador(a) da Embrapa Amazônia Oriental

<sup>2</sup> Eng. Florestal da Associação de Desenvolvimento Comunitária de Nova Olinda

Estudos realizados em especial na última década tanto na escala da propriedade rural como na escala de paisagem, apontam que a presença de vegetações secundárias em pouso são capazes de oferecer oportunidades relevantes quanto a serviços ambientais - acúmulo de carbono no ambiente terrestre; bombeamento de água e de nutrientes de camadas profundas do solo; fluxo de vapor de água em taxas mais próximas as medidas em floresta primária do que em pastagens; e diminuição de lixiviação, atenuando a contaminação de aquíferos e cursos d'água (Kato et al 2004, Kato et al 2006). Essas capoeiras possuem possibilidades adicionais de agregar valor monetário, em face à utilização econômica das espécies vegetais nelas encontradas (Costa 2006).

### **Importância da vegetação secundária como fonte de matéria orgânica e nutrientes**

Nas últimas décadas, as pesquisas comprovaram a importância do papel da capoeira nos aspectos ambientais e socioeconômicos enquanto componente do sistema rotacional de uso da terra adotado por grande parte dos agricultores da Amazônia, em especial no nordeste do Pará (Denich 1991).

A presença da capoeira é de fundamental importância pelas inúmeras funções benéficas que ela exerce, tais como: acumulação de nutrientes para atender às necessidades dos cultivos (Denich 1991), reciclagem e recuperação de nutrientes de camadas profundas do solo (Sommer 2000), controle da erosão (Hoang Fagerstrom et al 2002), supressão de plantas invasoras, suprimento de madeira e lenha e manutenção da biodiversidade (Baar 1997).

Estudos realizados por Baar (1997) em 92 áreas de capoeira na Zona Bragantina, cujas idades variavam de 1 a 10 apontaram um total de 673 espécies de plantas, das quais 316 eram árvores e arbustos. Apesar disso, verificou-se que a maioria das espécies eram relativamente raras, pois somente 20 espécies representavam 80% das árvores e arbustos.

A diversidade florística ainda encontrada nas vegetações secundárias abriga um considerável número de espécies com diferentes habilidades de acumular nutrientes essenciais que podem servir para sustentar as plantas na fase de cultivo agrícola. Essa diversidade funcional foi estudada nas capoeiras do Nordeste Paraense, incluindo avaliação da concentração de 11 bioelementos (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre, sódio e alumínio) nas folhas e em material lenhoso de 81 espécies. Esse estudo permitiu evidenciar 16 grupos de espécies com concentrações semelhantes de nutrientes nas folhas através de uma análise de agrupamento em 81 espécies da capoeira. Dentre os grupos, podemos citar um que abrange espécies com

concentrações relativamente elevadas de fósforo (P), como por exemplo, *Cecropia palmata* e *Neea macrophylla*, e um que abrange espécies com tendência a acumular nitrogênio (N), incluindo, dentre outras, espécies do gênero *Cassia* e *Ingá* (Denich 1991).

A acumulação de biomassa aérea pela vegetação secundária é de fundamental importância ao sistema de derruba e queima, pois é nela que se acumulamos nutrientes (tabela 1) necessários para a fase cultivo, disponibilizados para as plantas através das cinzas proveniente da queima da vegetação durante a fase de preparo de área. Chama atenção a baixa quantidade de fósforo acumulada na biomassa da capoeira.

Tabela 1. Macro e micro nutrientes acumulados na biomassa de vegetação secundária de 4-5 anos.

Compartimento	N	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Zn	Cu	
-----Kg										
ha <sup>1</sup> -----										
<b>Folhas</b>		56-83		2,2-3,0		19-36		27-34	10-15	14
0,3-0,7	0,1	0,1								
<b>Madeira</b>		39-102		1,9-5,1		32-65		43-92	11-18	16
0,4-1,2	0,2-0,4	0,1-0,4								
<b>Litter</b>		62-106		1,6-2,4		8-11		39-102	6-13	10
0,6-1,5	0,1-0,3	0,1-0,2								

Fonte: Denich et al. 2004, adaptado de Denich (1991) e Sommer (2000)

### Plantio direto na capoeira com cultivos anuais

Essa prática vem sendo cogitada como uma iniciativa promissora com abordagem agroecológica, para a agricultura familiar na Amazônia Oriental. Para a trituração da biomassa da capoeira no preparo de área para o plantio, está sendo desenvolvido pela Universidade de Göttingen (Alemanha) em parceria com a Embrapa Amazônia Oriental, protótipo de triturador moto-mecanizado de forma que, em uma única operação, com trator em movimento, a vegetação seja derrubada, triturada, e distribuída sobre o solo na forma de cobertura morta, deixando a área pronta para o plantio de cultivos (Block 2004).

A tecnologia moto-mecanizada substitui o uso do fogo no preparo de áreas, após período de pouso de 1 a 6 anos, em capoeiras médias de 1 a 6 m de altura. Essa tecnologia promove aumento na produção pela intensificação do uso da terra; maior aproveitamento de nutrientes pelo solo, porque não haverá perdas de nutrientes provocados pelo uso do fogo. O resultado é que, em médio prazo, a adubação química pode ser reduzida, devido à retenção de matéria orgânica no solo melhorando as características químicas, físicas e biológicas do solo, proporcionando assim maior capacidade produtiva a longo prazo. A tecnologia elimina os riscos de perdas econômicas no preparo das áreas para plantio, muito comum quando se utiliza o fogo. Em médio prazo, produtos orgânicos são obtidos, promovendo retorno financeiro vantajoso, devido ao seu maior valor de mercado.

Os trabalhos iniciados em 1994/95 (Kato 1998) com dois cultivos consecutivos (95/96 e 97/98) e período de pousio por três anos (99/01), seguido de novo cultivo (02/03), mostram que a adubação complementar nas áreas preparadas sem queima pode compensar o efeito negativo devido à imobilização dos nutrientes na fase inicial quando comparado com a produção nas áreas queimadas cuja produção é garantida pela adição dos nutrientes provenientes das cinzas (Tabela 2). Por outro lado, a produção de arroz no sistema de corte e trituração sem adubação complementar aumentou de 0,9 t ha<sup>-1</sup> para 1,5 t ha<sup>-1</sup> no segundo cultivo consecutivo, semelhante à produção nas áreas queimadas no primeiro ano de cultivo (95/96). Os resultados também evidenciam melhor estabilidade de produção de raízes frescas de mandioca no sistema sem queima ao longo dos anos.

Esses resultados promissores alcançados passaram pela fase de validação participativa com os agricultores familiares a partir de 2000 com a participação de cinco famílias da comunidade São João no município de Marapanim, com apoio do Projeto SHIFT Capoeira e também do projeto “Tecnologias inovadoras na agricultura familiar da Amazônia oriental visando sustentabilidade” financiado pelo PPG7/FINEP (Oliveira 2002, Kato et al 2007). Essas atividades foram ampliadas com o projeto “Adaptação e validação de alternativa tecnológica de preparo de área sem queima e enriquecimento de capoeira no nordeste paraense”, financiado pelo CNPq (Edital CT Agro) e Desenvolvimento e validação de estratégias participativas de recuperação de pastagem e áreas agrícolas degradadas (PPG7/CNPq/MCT – Sub rede RECUPERAMAZ), atingindo hoje 50 famílias de 5 comunidades de agricultores familiares nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, no estado do Pará.

Tabela 2 - Produção de grãos (t ha<sup>-1</sup>) de arroz, caupi e raízes frescas de mandioca no sistema de corte e trituração.

Preparo de área	Arroz			Caupi			Mandioca		
	95/96	97/98	02/03	95/96	97/98	02/03	95/96	97/98	02/03
<b>VS* 4 anos</b>									
Queima+ NPK	2,7	2,7	2,9	1,6	1,6	1,4	30,2	24,6	33,8
Cobertura+ NPK	2,5	3,2	3,2	1,5	2,0	1,5	28,8	26,0	28,4
Queima	1,5	1,4	1,9	0,3	0,3	0,5	16,3	11,3	15,1
Cobertura	0,9	1,5	1,4	0,2	0,6	0,3	17,7	17,4	15,5
<b>VS 10 anos</b>									
Queima+ NPK	3,0	3,9	3,5	1,5	2,0	1,5	30,0	29,0	36,5
Cobertura+ NPK	2,3	3,6	3,6	1,5	2,3	1,8	26,8	23,8	34,3
Queima	1,2	1,4	1,6	0,3	0,3	0,2	15,5	10,2	14,5
Cobertura	0,5	1,7	0,8	0,0	0,2	0,2	12,7	13,5	14,0

VS – Vegetação secundária

Além disso, o Projeto Tipitamba em parceria com a Fundação Sócio-Ambiental do Nordeste Paraense (FANEP), executora do Pólo Rio Capim do Programa Proambiente (MMA), que envolve quatro municípios do

Nordeste Paraense (São Domingos do Capim, Concórdia do Pará, Mãe do Rio de Irituia), desenvolve atividades com 50 unidades familiares.

### **Validação participativa da tecnologia de corte e trituração no Estado do Pará.**

As atividades de validação participativa com os agricultores familiares iniciaram-se em 2000 com a participação de cinco famílias da comunidade São João no município de Marapanim, com apoio do Projeto SHIFT Capoeira e também do projeto “Tecnologias inovadoras na agricultura familiar da Amazônia oriental visando sustentabilidade” financiado pelo PPG7/FINEP. Essa atividade foi ampliada com o projeto “Adaptação e validação de alternativa tecnológica de preparo de área sem queima e enriquecimento de capoeira no nordeste paraense”, financiado pelo CNPq (Edital CT Agro), atingindo hoje 50 famílias de 5 comunidades de agricultores familiares nos municípios de Igarapé-Açu e Marapanim, no estado do Pará (Kato et al 2007, Oliveira 2002).

Além disso, o Projeto Tipitamba, em parceria com a Fundação Sócio-Ambiental do Nordeste Paraense (FANEPE), executora do Pólo Rio Capim do Programa Proambiente (MMA), que envolve quatro municípios do Nordeste Paraense (São Domingos do Capim, Concórdia do Pará, Mãe do Rio de Irituia), desenvolve atividades com 50 unidades familiares.

### **Sistemas agroflorestais multiestratos**

Os sistemas agroflorestais – SAFs podem ser utilizados como uma alternativa capaz de reduzir a taxa do desmatamento, resultado da exploração predatória da floresta nativa. Trata-se de um sistema de uso da terra que mais se assemelha à floresta nativa e que apresenta vantagens no que diz respeito à possibilidade de diversificação da produção com melhorias da segurança alimentar e da renda, possibilitando redução dos riscos do produtor rural, além de promover serviços ambientais (melhor ciclagem de nutrientes, melhoria da qualidade do solo, cobertura do solo, redução da erosão do solo, sequestro de carbono, manutenção da biodiversidade), o que contribui para a redução dos impactos sobre as mudanças climáticas globais.

### ***Experiências participativas***

Através do projeto Raízes da Terra, financiado pelo Ministério do Meio Ambiente, através do Programa de Proteção das Florestas Tropicais (PPG7 - PDA/PADEQ) foi possível a introdução de espécies frutíferas tropicais da Amazônia em sistemas agroflorestais por demanda das 100 famílias parceiras dos projetos em Marapanim, Igarapé-Açu, São Domingos do Capim, Irituia, Mãe do Rio e Concórdia do Pará.

Os sistemas agroflorestais foram implantados nas áreas preparadas sem queima e, durante a fase de culturas anuais, foram introduzidas árvores frutíferas consorciadas com espécies florestais. Durante a fase inicial do cultivo de plantas perenes, é possível ainda dispor de cultivos anuais como o milho, caupi e mandioca nas entrelinhas das árvores.

Outra forma de implantar os sistemas agroflorestais é a partir dos monocultivos de maracujá e pimenta do reino ou mesmota mandioca com preparo de área com queima, onde são introduzidas as espécies frutíferas e florestais conforme descrito no sistema sem queima.

Na comunidade São João no município de Marapanim (Pará) estão sendo monitoradas cinco propriedades com SAFs diversos, tendo o açaí como componente principal. O preparo de área iniciado com a trituração da biomassa da capoeira foi realizado nas propriedades dos Srs. João Barros, José Palheta e Manoel da Silva. O Sr. José Pereira implantou seu SAF a partir de uma área de cultivo de maracujá em fase final de produção e o Sr. Lauro implantou SAF em uma área de capoeira fina, preparando a área apenas com a realização de uma roçagem. Os componentes dos SAFs desses produtores podem ser observados na tabela 3.

O crescimento em altura dos componentes dos SAFs implantados em Marapanim, Pará avaliadas em fevereiro de 2008 podem ser observadas na tabela 3. O plantio de açaí na área do Sr. Manoel foi realizado em janeiro de 2007 e apresenta valores mais baixos devido as demais áreas terem sido plantadas em março de 2006.

Tabela 3 : Altura das plantas (m) dos componentes dos sistemas agroflorestais implantados na Comunidade São João – Marapanim, 2008.

<b>Produtor</b>	<b>Início/2006</b>	<b>Açaí</b>	<b>Cupuaçu</b>	<b>Cacaú</b>	<b>Laranja</b>	<b>Paricá</b>	<b>Teca</b>	<b>Mogno</b>
João Barros	Trituração	0,62	0,88	-	-	1,95	1,30	1,34
José Palheta	Trituração	0,87	0,89	-	-	4,10	1,39	1,11
José Pereira	Maracujá	0,56	-	0,97	1,82	4,72	1,65	1,54
Lauro	Capoeira final	0,57	1,00	-	-	-	2,24	0,90
Manoel da Silva	Trituração	0,20	-	0,97	-	-	-	-

O crescimento em diâmetro do caule foi avaliado em fevereiro de 2008 e os resultados são apresentados na tabela 4.

Em geral, em todas as propriedades o desenvolvimento dos componentes dos SAFs tem apresentado bom desempenho, estando os agricultores satisfeitos com o crescimento das plantas e formação de seus SAFs.

Tabela 4 – Diâmetro do caule na base de todos os componentes e altura do peito – DAP das espécies florestais (cm) dos sistemas agroflorestais implantados na Comunidade São João – Marapanim, 2008.

<b>Produtor</b>	<b>Açaí</b>	<b>Cupuaçu</b>	<b>Cacaú</b>	<b>Laranja</b>	<b>Paricá</b>		<b>Teca</b>		<b>Mogno</b>	
					Base	DAP	Base	DAP	BASE	DAP
João Barros	4,96	1,96	-	-	3,21	2,10	2,87	1,16	2,34	0,96
José Palheta	8,28	1,85	-	-	6,20	5,04	3,51	1,93	1,96	1,29
José Pereira	6,04	-	1,97	4,08	7,50	6,48	2,93	2,59	3,06	1,87
Lauro	6,02	2,14	-	-	-	-	4,28	2,17	1,48	-
Manoel da Silva	1,07	-	1,69	-	-	-	-	-	-	-

Na Comunidade Nova Olinda em IgarapéAçu, também foram selecionadas cinco propriedades para um acompanhamento mais sistemático dos sistemas agroflorestais implantados em 2006. Na tabela 5 podem ser observados os componentes dos sistemas escolhidos pelas famílias dos agricultores e implantados em áreas de capoeira triturada, e áreas de final de cultivo do maracujá.

Em geral o desempenho dos cultivos em Nova Olinda também é bom, mas chama atenção o SAF do Sr. José Luiz que apresenta um melhor desenvolvimento. Provavelmente esse fato está associado ao componente maracujá que tem recebido um bom manejo e isso aparentemente tem favorecido os outros cultivos.

Tabela 5 - Altura das plantas (m) e diâmetro do caule (cm) das espécies frutíferas dos sistemas agroflorestais avaliados em 2007 na Comunidade Nova Olinda – IgarapéAçu, 2008.

Produtor	Início/2006	Maracujá	Açaí	Graviola	Cupuaçu	Glicíndia	Teca	Mogno	Paricá
Altura da planta (m)									
José Luiz	Trituração	x	1,58	1,59	-	x	x	-	x
Aldir	Trituração	-	0,61	1,04	-	-	-	-	-
Janderson	Maracujá	-	0,74	1,80	-	-	-	x	-
Irapeua	Trituração	-	0,64	1,06	-	x	x	-	x
Picote	Trituração	-	0,74	-	0,69	x	x	x	x
Diâmetro do caule (cm)									
José Luiz	Trituração	x	3,5	2,5	-	x	x		x
Aldir	Trituração	-	2	1,6	-	-	-		
Janderson	Maracujá	-	2,7	2,69	-	-	-	x	
Irapeua	Trituração	-	1,8	2,2	-	x	x		x
Picote	Trituração	-	2,9	-	1,3	x	x	x	x

x – dados não apresentados.

Uma importante preocupação na implantação e maneios dos sistemas de produção é a manutenção da cobertura do solo, seja na forma de cobertura morta ou cobertura viva como por exemplo com uso de leguminosas. Essa prática irá reduzir os impactos da radiação solar direto no solo melhorando o microclima, reduz os impactos diretos da chuva e consequentemente o escoamento superficial da água e reduzindo assim, a erosão do solo. Essa prática irá contribuir para aumentar o teor de matéria orgânica do solo, melhorar a qualidade química, física e biológica do solo, o que leva a um aumento na eficiência da ciclagem de nutrientes.

### **Experiências praticadas pelos agricultores**

#### **- O caso de ToméAçu**

Um exemplo de sucesso de utilização de fruteiras em sistemas agroflorestais na Amazônia, são os praticados pelos agricultores do município de Toméaçu, que há mais de trinta anos cultivam em sistemas agroflorestais. Dentro do processo de diversificação da produção estão introduzindo fruteiras tropicais como componentes dos seus sistemas.

Os cultivos de fruteiras mais comuns nos sistemas, geralmente envolvem açaí, cupuaçu, taperebá, este último além da produção de frutos tem a função de produção de sombra para cupuaçu e cacau. Apesar disso outras fruteiras também são cultivadas em sistemas agroflorestais como: limão, araçá boi, goiaba, bacuri, graviola. Maracujá e bananas são comuns na fase inicial de implantação dos sistemas agroflorestais, de um modo geral no município de Toméaçu.

O sucesso da produção de frutas tropicais levou a Cooperativa Agrícola Mista de Toméaçu – CAMTA, instalar uma unidade fabril para processamento das frutas produzidas pelos seus associados e por terceiros.

#### - Outras experiências praticadas

Pólo Rio Capim do Programa Proambiente – Levantamento de experiências com sistemas agroflorestais praticadas pelos agricultores realizado no Pólo Rio Capim (Municípios de São Domingos do Capim, Irituia, Mãe do Rio e Concórdia do Pará) mostram que vários agricultores praticam esse tipo de sistema de uso da terra com fruteiras como o cupuaçu, açaí, taperebá, bananeira, bacaba, piquiá entre outras, em seus quintais agroflorestais (Oliveira 2006).

Oliveira (2006) observou também que vários agricultores, baseados no manejo de seus quintais agroflorestais, tem ampliado os sistemas agroflorestais e dessa forma reduzindo as áreas com cultivos anuais como o milho, caupi e mandioca, reduzindo derrubada e queimadas em suas propriedades.

Sistemas agroflorestais com base no manejo da capoeira – Levantamentos realizados pelo Projeto Tipitamba identificaram experiências praticadas por agricultores familiares na Amazônia que utilizam fruteiras tropicais para o enriquecimento das capoeiras. Entre as espécies introduzidas no sistema podemos citar como exemplo cupuaçu, pupunha e citrus.

Manejo de bacurizais nativos- De acordo com Mattos (2008), a atual valorização da polpa de bacuri, quatro vezes mais cara que a de cupuaçu, se torna em uma atividade alternativa atraente para os agricultores na região de ocorrência dessa espécie. Em áreas de ocorrência dessa espécie, o seu manejo pode se tornar fonte alternativa de renda para os agricultores familiares.

O bacurizeiro tem sua característica de regenerar através de suas raízes, e normalmente nas áreas onde ocorre esta espécie, quando o agricultor familiar derruba a vegetação secundária e queima para o cultivo de culturas alimentares como o milho, caupi ou a mandioca para produção de farinha, o bacurizeiro regenera nessas áreas manejadas dessa forma. Se manejada essa regeneração através de controle da densidade de plantas nessas áreas que pode ser feito com a mão de obra familiar tomará essa área produtiva de frutos de bacuri e dessa forma contribuir para agregar receita na renda da família.

### **Vantagens do sistema alternativo sem o uso do fogo através do corte e trituração da capoeira em sistemas agroflorestais**



## **Melhor balanço de nutrientes**

As perdas de 400 kg de nitrogênio, 20 kg de fósforo e 130 kg de potássio por hectare no sistema de derruba e queima levam a um balanço negativo de nutrientes. Em pesquisas do sistema sem queima, demonstrouse a importância da capoeira no sistema de corte e trituração, evitando perdas de nutrientes com a queima da biomassa aérea, contribuindo para um balanço positivo de nutrientes. Assim, enquanto a agricultura de corte e queima ocasiona grande perda de fertilidade dos solos, ao longo de sucessivos ciclos de cultivo, o sistema de corte e trituração proporciona a recuperação gradual destes solos com adições contínuas de nutrientes e carbono.

As raízes da vegetação secundária desempenham papel fundamental na ciclagem de nutrientes, pois elas atingem profundidades que podem chegar a 6 metros, recuperando nutrientes lixiviados ao longo do perfil do solo e retornando nutrientes de camadas profundas do solo para a superfície (Wickel 2004; Sommer et al. 2001, Sommer 2000).

## **Qualidade do solo**

Toda a biomassa aérea da vegetação secundária no sistema de corte e trituração é fonte de matéria orgânica para o sistema. A quantidade dessa biomassa varia de acordo com sua idade, o sistema de uso da terra, e a intensificação do uso da terra, podendo variar de 8 T ha<sup>-1</sup> (em capoeira de 1 ano) a 90 T ha<sup>-1</sup> (em capoeira de 10 anos) nas condições da Região Bragantina, região de antiga de colonização, onde há mais de cem anos é praticado o sistema de derruba e queima (Denich 2004).

Estudos realizados no âmbito do projeto Tipitamba mostram maiores teores de carbono orgânico no solo, principalmente na camada superficial, quando o sistema de corte e trituração foi utilizado no preparo de área. Na área triturada a fonte do carbono que induziu o aumento foi originada pela lixiviação da biomassa sobre o solo com as chuvas. Durante os meses seguintes o impacto foi atenuado através das perdas por volatilização e utilização como substrato pelos microrganismos do solo.

O estoque de carbono na biomassa microbiana do solo foi mais elevado na superfície do solo da área de corte e trituração (125 mg kg<sup>-1</sup> de C<sub>microbiano</sub>) ao passo que na área queimada e capoeira esses valores ficaram em torno de 40 mg kg<sup>-1</sup> de C<sub>microbiano</sub>, sendo isso bem evidente no mês de fevereiro, aproximadamente dois meses após o preparo de área e um mês do plantio de milho. Também nesse mês, a redução do C<sub>microbiano</sub> em profundidade foi acentuada, provavelmente refletindo o efeito da saturação do solo com a água das chuvas.

O aumento da matéria orgânica do solo reflete-se também nas condições de estruturação do solo, a qual pode ter sido muito influenciada pela atividade de microrganismos, especialmente os fungos micorrízicos arbusculares (FMA). Resultados preliminares, utilizando a abundância de esporos de FMA e a atividade de fosfatase ácida como indicadores, evidenciaram uma semelhança bastante marcante entre o solo na rizosfera do sistema de corte e trituração e na vegetação secundária de 20 anos original, enquanto que os perfis desses indicadores na área queimada foi muito diferente. Também foram encontradas maiores concentrações de glomalina, uma glicoproteína produzida pelos FMA no solo da rizosfera da área triturada e da área de capoeira. Esta

glicoproteína tem grande influência na cimentação dos agregados, favorecendo, portanto, maior estruturação do solo.

Em estudo recente, foi avaliado o impacto de sistemas agrícolas e pecuários em áreas preparadas com fogo ou trituração sobre a composição da macrofauna do solo; esses sistemas foram comparados com áreas de capoeira de 20 e 40 anos de idade (Rousseau 2008). As minhocas mostraram populações maiores nos solos que receberam *mulch* da trituração. Os insetos sociais (formigas e cupins) dominaram a capoeira antiga e foram favorecidos nos solos com trituração. Os insetos não-sociais e os outros artrópodes proliferaram principalmente na roça com trituração. Segundo o índice macrofauna, a roça com trituração tem a melhor qualidade de solo, a capoeira antiga e o pasto com trituração uma qualidade média e, os demais usos uma qualidade baixa (Rousseau et al. 2007).

### ***Melhor conservação de água e regulação térmica do solo***

A cobertura morta do solo formada a partir da biomassa aérea da capoeira triturada varia de acordo com o tamanho da capoeira e quanto maior a biomassa (Bernal 2005), melhor será o seu efeito. A cobertura total do solo evita a incidência direta dos raios solares mantendo a temperatura mais baixa e estável, favorecendo a conservação da umidade do solo. Associado a esse fator, com a trituração da biomassa aérea da capoeira não ocorre a transferência da água do solo para atmosfera pelo efeito da evapotranspiração da vegetação secundária.

### ***Intensificação do sistema de produção***

De uma maneira geral, no sistema de derruba e queima o agricultor realiza apenas um ciclo de cultivo devido às rápidas perdas dos nutrientes provocadas pela queima durante o preparo de área para plantio e posteriormente pela lixiviação dos nutrientes não absorvidos pelas plantas cultivadas. O sistema de corte e trituração permite realizar dois ciclos de cultivo seguidos pelo fato de não existir as perdas pelo fogo e adição de material orgânico ao solo (Kato 1998), de forma a manter o solo coberto, proporcionando melhor aproveitamento dos nutrientes retidos na biomassa e proporcionando a melhoria da qualidade química, física e biológica do solo.

### ***Mudança do calendário agrícola***

Tradicionalmente o preparo de área para plantio é dependente do período seco para permitir a secagem do material vegetal derrubado, o qual é posteriormente queimado. O sistema de corte e trituração não depende desse período seco, pois a trituração pode ser realizada em qualquer época do ano (Kato e Kato 1999). Além disso, a camada de cobertura morta conserva mais umidade no solo, permitindo a extensão do cultivo até durante a estação seca, mesmo no caso de culturas mais exigentes como o arroz ou o milho, possibilitando mudar a época de plantio e assim obter produções fora da época normal, conseguindo-se melhores preços no mercado.

### ***Redução na incidência de plantas espontâneas***

No sistema de corte e trituração, o material vegetal triturado é distribuído sobre o solo na forma de cobertura morta que proporciona a inibição da germinação das sementes depositadas no solo de plantas espontâneas, principalmente ervas e gramíneas que podem competir com a planta cultivada. As plantas espontâneas que surgem são as espécies da capoeira que rebrotam dos tocos e raízes, uma propagação mais lenta devido à cobertura morta do solo, o que proporciona menor competição com a planta cultivada em comparação com as ervas e gramíneas mais comuns no sistema de derruba e queima, onde a ocorrência desses vegetais é mais intensa.

No caso dos sistemas agroflorestais multistratos, o crescimento das espécies frutíferas e florestais promove a cobertura do solo, inibindo, assim a germinação de plantas indesejáveis ao sistema.

### ***Diversificação da produção***

A diversificação da produção se constitui em um importante fator para minimizar os riscos no desenvolvimento da atividade rural. Um exemplo clássico vivido no Estado do Pará é o caso da pimenta do reino em ToméAçu nas décadas de 60/70. A pimenta do reino era cultivada principalmente pelos agricultores de origem japonesa onde praticavam o monocultivo em sistema utilizando o tutor morto. Considerado naquela época como o “ouro negro”, devido os altos rendimentos que se conseguia com o produto devido a demanda do mercado internacional. A ocorrência de doenças como a virose e a fusariose, dizimou os pimentais levando muitos agricultores a pobreza novamente em função da falta de outro produto para substituir a pimenta do reino (Yamada 1999). A partir desse episódio, os agricultores que passaram por essa experiência, adotaram cultivos diversificados, principalmente em sistemas agroflorestais e, particularmente por gerações mais novas e também agricultores familiares da região e hoje se estima uma área plantada no município de ToméAçu em torno de 10.000ha.

## **Oferta de serviços ambientais**

### ***Seqüestro de carbono***

Durante a queima da vegetação são perdidos 98% do C estocado na biomassa. No sistema sem queima são evitadas essas perdas de carbono acumulados na biomassa da capoeira. Por outro lado, a contribuição para o seqüestro de C pelos cultivos agrícolas, durante a fase agrícola do sistema, são de 2,1 t ha<sup>-1</sup> de C pela cultura do milho (4 meses), 1,6 t ha<sup>-1</sup> pelo caupi, 2,6 a 5,6 t ha<sup>-1</sup> pela mandioca (1 a 1,5 anos), 2,6 t ha<sup>-1</sup> pelo maracujá (1 ano) e 5,3 t ha<sup>-1</sup> pela pimenta do reino com 2,5 anos de idade.

### ***Conservação da biodiversidade***

A fase de pousio garante a manutenção da biodiversidade no sistema de agricultura itinerante. Foram encontradas 673 espécies de plantas em capoeiras de 1 a 10 anos de idade. Apesar da derruba e queima dessa vegetação para o plantio de cultivos alimentares no período de 1 a 2 anos, principalmente, arroz, milho,

caupi e mandioca, a vegetação secundária se regenera, pois a grande maioria das espécies se dá pela rebrota dos tocos e raízes (Denich 1991, Nunez 1995).

### ***Redução da incidência de pragas***

Com o aumento da biodiversidade nos sistemas agroflorestais sequenciais ou multiestratos ocorre um aumento na ocorrência de inimigos naturais que irão favorecer a redução do uso de defensivos agrícolas no controle de pragas e doenças.

### ***Dinâmica de água e nutrientes***

Estudos desenvolvidos em áreas sob uso na agricultura familiar, em sistema rotacional com base na capoeira, vêm evidenciando a importância das raízes desta vegetação secundária, tanto na fase de pousio como na fase de cultivos de ciclo curto. A permanência dessas raízes no solo é responsável pela formação de verdadeiras redes protetoras (safety net), reduzindo a perda de nutrientes por lixiviação (Sommer, 2000; Sommer et al., 2001). Avaliações preliminares em nível de microbacia hidrográfica apontam que esta situação repetida em nível de paisagem, associada à presença de vegetação ciliar ao longo de igarapés na Amazônia Oriental, evita o transporte maciço de nutrientes para os cursos de água (Wickel 2004).

### ***Redução da emissão de gases de efeito estufa***

Considerando as emissões do fogo, solo, uso de fertilizantes e de combustíveis, o preparo de área via “corte-e-trituração” libera cinco vezes menos equivalentes de CO<sub>2</sub> dos GEE quando comparado ao preparo de área via “corte-e-queima” (Davidson et al., 2008)

### ***Redução do desmatamento e das queimadas***

Com a utilização do preparo de corte e trituração e melhoria da capoeira com introdução de árvores de rápido crescimento permite intensificar o sistema de produção pelo aumento do tempo de cultivo na mesma área e redução do período de pousio para apenas dois anos isso contribui para redução de novas áreas para plantio, assim reduzindo desmatamento e queimadas.

De acordo com o levantamento da utilização de sistemas agroflorestais multiestratos por agricultores no nordeste paraense, o uso desse sistema de uso da terra reduz o desmatamento e as queimadas (Oliveira 2006).

## **Equipamentos para trituração de capoeira para preparo de área para plantio**

Devido à inexistência de equipamentos específicos para trituração mecanizada da biomassa da capoeira com equipamento atrelado a um trator de rodas, foi idealizado e desenvolvido dois protótipos de trituradores de capoeira denominados de Tritucap. Apesar do desenvolvimento dos protótipos, ainda são necessários ajustes e testes para a sua produção em escala industrial (Block 2004). O conceito para o desenvolvimento do tritucap foi de ser um equipamento robusto, de simples construção, trituração com trator em movimento e realizar o trabalho em uma única operação de trituração.

Além do desenvolvimento do protótipo Tritucap, a indústria alemã AHM desenvolveu fresadores florestais para trituração de galhadas de resíduos de exploração florestal que foram testados no projeto Tipitamba (2002-2004) para a operação de trituração da capoeira. Os resultados obtidos em testes com esses fresadores mostraram resultados semelhantes aos obtidos com o tritucap. Mais recentemente, a indústria alemã Schmidt também lançou no Brasil trituradores similares aos da AHM, também testados no projeto Tipitamba, apresentando resultados similares aos fresadores da AHM.

Várias indústrias brasileiras também vem desenvolvendo trituradores menores denominados “Trincha”, sendo testado no Projeto Tipitamba a Roter 1600, produzido pela Rotertec, e apresentando boa eficiência para capoeiras jovens de 1 a 3 anos de idade. O sistema de trituração do Tritucap se diferencia dos demais por ser a ferramenta de corte da vegetação baseada em serras circular, enquanto os demais fabricantes utilizam rotor horizontal, que promove a derrubada da vegetação por impacto.

### Referências bibliográficas

BAAR, R. Vegetationskundliche und –ökologische Untersuchungen der Buschbrache in der Feldumlagewirtschaft im östlichen Amazonasgebiet. Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen 121, 202p. 1997.

BERVALD, C.M.P.; BLOCK, A.; REICHERT, J.M.; VIELHAELR, K.; KATO, O.R. **Características e operação de triturador de vegetação secundária para o preparo de área sem queima**

**na Amazônia Oriental**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 30 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 288).

BERVALD, C.M.P. Tecnologia mecanizada em preparo de área sem queima no nordeste paraense. Universidade Federal de Santa Maria. Centro de Ciências Rurais. Santa Maria. 107p. 2005. (Dissertação de Mestrado)

BLOCK, A. Gottinger Mahhacker Trituicap und Forstmulcher – Nicht Brennende Flächenvorbereitung am Beispiel der Zona Bragantina, Nord-Ost-Amazonien, Brasilien. Universität Gottingen. 171p. 2004. (Tese de doutorado).

BRIENZA JUNIOR, S. Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the Eastern Amazon of Brazil. Gottinger Beitrage zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen, Gottingen, 134p. 1999 (Tese de doutorado).

CARDOSO JUNIOR, E.C.; KATO, O.R.; KATO, M.S.A.; LOPES, S. da C.; SÁ, T. D. de A. Métodos de preparo de área sobre algumas características físicas do solo e da produção do maracujazeiro (*Passiflora edulis*) no nordeste do Pará Belém, PA. Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 23p. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 65).

COSTA, F.A. Capoeiras, inovações e tecnologias rurais concorrentes na Amazônia. IN: KAWAGE, C., HURTIENNE, T., COSTA, F.A. (Org.) Inovação e difusão tecnológica para sustentabilidade da agricultura familiar na Amazônia Oriental- Resultados e implicações do Projeto SHIFT Sócioeconomia. Belém, Gráfica Alves. P. 149-191. 2006.

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 CPATUGTZ, 1991. 284p.

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

GALLAGHER, R.S.; FERNANDES, E.C.M.; McCALLIE, E.L. Weed management through short-term improved fallows in tropical agroecosystems. *Agroforestry Systems*. 47:197-221. 1999.

HOANG FAGERSTROM, M.H.; NILSSON, S.I.; van NOORDWIJK, M.; THAI PHUEN, O.M.; HANSSON, A.; SVENSSON, C. Does *Tephrosia candida* as fallow species, hedgerow or mulch improve nutrient cycling and prevent nutrient losses by erosion on slopes in northern Vietnam? *Agric. Ecosyst. Environ.* 90:291-304. 2002.

HOLSCHER, D., Ludwig, B., Möller, M.R.F., Fölster, H.: Dynamic of soil chemical parameters in shifting agriculture in the Eastern Amazon. *Agric. Ecosyst. Environ.* 66, p. 153-163. 1997a.

HOLSCHER, D., MOLLER, M.R.F., DENICH, M., FOLSTER, H. Nutrient input-output budget of shifting cultivation in Eastern Amazonia. *Nutrient Cycl. Agroecosyst.* 47, p. 49-57. 1997b.

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

KATO, M. do S. A.; OLIVEIRA, C.D. de S.; OLIVEIRA, M. do S. S. de; KATO, O. R.; SANTANA, R. M. **Agricultura sem queima:** adaptando à realidade de agricultores familiares da Comunidade São João - Marapanim - Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 31 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 289).

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

KATO, O.R.; KATO, M.S.A, SÁ, T.D. de A.; FIGUEIREDO, R. Plantio direto na capoeira. *Ciência e Ambiente*, 29:99-111, 2004.

KATO, O.R.; KATO, M.S.A.; CARVALHO, C.J.R. de; FIGUEIREDO, R. de O.; CAMARÃO, A.P.; SÁ, T.D. de A.; DENICH, M.; VIELHAUER, K. Uso de agroflorestas no manejo de florestas secundárias. In: *Sistemas Agroflorestais: Bases Científicas para o Desenvolvimento Sustentável*. Campos do Goytacazes, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p.119-138

KATO, O.R.; KATO, M.S.A. Preparo de área sem queima, uma alternativa para a agricultura de derruba e queimada da Amazônia Oriental: Aspectos Agroecológicos. In: *Seminário sobre manejo da vegetação secundária para a sustentabilidade da agricultura familiar da Amazônia Oriental*. Belém - Pará. Embrapa Amazônia Oriental, 1999. p. 35-37 (Documentos, 69).

MACKENSEN, J.; HOLSCHER, D.; KLINGE, R.; FOLTER, H. Nutrient transfer to the atmosphere by burning of debris in eastern Amazonia. *Forest. Ecol. Manag.* 86:121-128. 1996.

MATOS, G.B. de. Valorização de produtos florestais não madeiros: O manejo de bacurizeiros (*Platonia insignis* Mart.) nativos das mesorregiões do nordeste paraense e do Marajó. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará. Belém. 2008. 116p. (no prelo)

METZGER, J.P.M. Dinâmica e equilíbrio da paisagem em áreas de agricultura de corte-e-queima em pouso curto e longo na região da Bragança. In: *SEMINÁRIO SOBRE MANEJO DA VEGETAÇÃO SECUNDÁRIA PARA A SUSTENTABILIDADE DA AGRICULTURA FAMILIAR DA AMAZÔNIA ORIENTAL, BELÉM, PARÁ, BRASIL, 1999. Anais...* Embrapa Amazônia Oriental, 2000. p. 47-50. (Embrapa Amazonia Oriental, Documentos 69).

METZGER, J.P., DENICH, M., VIELHAUER, K., KANASHIRO, M. Fallow periods and landscape structure in areas of slash-and-burn agriculture (NE Brazilian Amazon). In: *Proceedings of the Third SHIFT-Workshop Manaus*, março 15 - 19, 1998, p. 95-100, ISBN 3-00-003847-7.

NUNEZ, J.B.H. Fitomassa e estoque de bioelementos das diversas fases da vegetação secundária, provenientes de diferentes sistemas de uso da terra no nordeste paraense. Brasil. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Pará. Belém. Brasil. 184p. 1995.

OLMEIRA, C.D. de S. Percepção de agricultores familiares na adaptação do sistema de cultivo de corte e trituração. 2002. 129 f. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável). – Universidade Federal do Pará, Belém. Orientadora: Maria do Socorro Andrade Kato.

OLMEIRA, J.S.R. de. Uso do território, experiências inovadoras e sustentabilidade: um estudo em unidades de produção familiares de agricultores na área de abrangência do Programa PROAMBENTE, Nordeste Paraense. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pará. Belém. 2006. 116p.

ROUSSEAU, G. X. Avaliação de indicadores da macrofauna do solo ligados à sustentabilidade em sistemas de agricultura tradicional e sem fogo na Amazônia (Projeto IMASAM). Relatório técnico. 2008. 94 p.

ROUSSEAU, G. X., SILVA, P. R. S., CARVALHO, C. J. R. DE Minhoca e artrópodes como indicadores da saúde do solo em sistemas de agricultura tradicional e sem fogo na Amazônia Oriental. 3º Encontro Latino-Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas. 2007

SOMMER, R.; VLEK, P.L.G.; SÁ, T.D. de A.; COELHO, R.F.R.; FOLSTER, 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.

SOMMER, R.; SÁ, T.D. de A.; VIELHAUER, K.; VLEK, P.L.G.; FOLSTER, 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.

SOMMER, R. Water and nutrient balance in deep soils under shifting cultivation with and without burning in the Eastern Amazon. Cuillier, Göttingen, Germany. 240p. 2000.

YAMADA, M. Japanese immigrant agroforestry in the Brazilian Amazon: A case study of sustainable rural development in the tropics. PhD Tesis. University of Florida. United States. 1999. 821p.

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, 135p, 2004.