

Diversidade Vegetal em Solos Antrópicos da Amazônia



Charles R. Clement
Marina Pinheiro Klüppel
Laura A. German
Samuel Soares de Almeida
Julie Major
Luiz Eduardo O. e C. de Aragão
Juan Carlos Guix
Eduardo Lleras
Antoinette M. G. A. Winkler Prins
Susanna B. Hecht
Joseph M. McCann

As terras antrópicas da Amazônia (Terra Preta de Índio TPI e Terra Mulata TM) são especialmente propícias à diversidade vegetal, pois oferecem substratos ricos em nutrientes essenciais para o crescimento das plantas (Lehmann et al., 2003a). Se a TPI foi criada intencionalmente ou não (Erickson, 2003; German, 2003b; Woods & McCann, 1999; 2001), sempre serviu como laboratório genético e agrônomico, pois é própria dos pomares caseiros¹ onde a experimentação indígena e cabocla é mais evidente (Clement et al., 2003; Hiraoka et al., 2003). Da mesma forma, se a TM foi criada intencionalmente, o foi como consequência das práticas hortícolas dos povos nativos (Denevan, 2001; Hecht, 2003). Atualmente esses solos podem ter um papel importante como reservatório genético das plantas nativas da Amazônia e das exóticas aclimatizadas (Clement et al., 2003), bem como ainda manter sua função de laboratório (Hiraoka et al., 2003; Miller & Nair, 2006). Este capítulo sintetiza os avanços recentes que nos permitiram saber mais sobre a diversidade vegetal em solos antrópicos e seus efeitos na dinâmica e produtividade da vegetação sobre TPI, e propõe alguns rumos para novas pesquisas; a informação contida aqui é um complemento dos capítulos de Lehmann et al. (2003b).

Numerosas classes de plantas úteis (raízes, cereais, frutas, hortaliças, medicinais) em diferentes categorias de domesticação (incidentalmente co-evoluídas [ervas daninhas], incipientes, semi-domesticadas, domesticadas) parecem ser melhor adaptadas aos solos antrópicos do que aos solos adjacentes (Clement et al., 2003; German, 2003a; Hiraoka et al., 2003; Major et al., 2005a; McCann, 1999b; 2004). Isto é visível ao comparar as classes e categorias de plantas mais comuns em pomares caseiros rurais e urbanos e em roças agrícolas em solos antrópicos versus solos adjacentes. Algumas das espécies são especialmente resistentes ao fogo, provavelmente porque este recurso foi muito importante nas práticas agrícolas que resultaram nas TM (Hecht, 2003; German, Hecht, Ruivo, este volume). A seqüência das plantas que invadem e as que desaparecem de solos antrópicos durante seu manejo e após seu abandono é visível ao comparar roças novas e velhas, e florestas secundárias novas e velhas nestes solos e nos adjacentes (German, 2003a), possibilitando avaliar a diversidade vegetal e a dinâmica do processo sucessório entre os diferentes sítios. Tais assuntos são importantes para entender o uso atual e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas nesses solos antrópicos (German, 2003a; Hecht, 2003; Major et al., 2003; McCann, 1999b; McCann et al., 2001).

Este capítulo pretende usar uma síntese da literatura botânica e etnobotânica recente em solos de origem antropogênica para levantar perguntas sobre as direções mais importantes para a pesquisa botânica, etnobotânica e ecológica nesses solos ao longo da próxima década. É possível verificar um efeito reservatório nestes solos em termos dos recursos genéticos amazônicos e exóticos? O que podemos concluir sobre os laboratórios genéticos e agrônomicos modernos que estes solos representam quando manejados por caboclos e colonos? Quais são os efeitos dos mercados locais e

¹Escolhemos o termo 'pomar caseiro' para representar o conjunto de jardim caseiro (normalmente presente na frente da casa) ou quintal (atrás ou às vezes ao lado, geralmente dominado por fruteiras), que em inglês, corresponde a 'home garden'.

extra-locais no futuro destes agroecossistemas? O que podemos concluir sobre possíveis padrões botânico-geográficos inter-regionais (e.g., Rio Negro vs Rio Solimões vs Rio Amazonas vs Rio Tapajós)? Como esses estudos deverão interagir com o resto da equipe multi-disciplinar que está trabalhando com esses solos na Amazônia e em outras partes do mundo?

Etnobotânica dos Solos Antrópicos

A agricultura itinerante é atualmente o sistema agrícola mais comum na Amazônia (Denevan, 2001), mas diversos sistemas permanentes ou semipermanentes em áreas de terra firme também podem ser encontrados junto a alguns grupos indígenas (Hecht & Posey, 1989; Denevan, 2001; Hecht, 2003) e comunidades agrícolas tradicionais e modernas (Hiraoka et al., 2003), especialmente quando estas comunidades ocupam áreas com solos antrópicos. Em áreas com TPI é possível praticar uma agricultura intensiva em lotes permanentes ou semipermanentes, com o uso de “tecnologias suaves” (termo definido por Hecht & Posey, 1989) como fertilizantes orgânicos, aditivos inorgânicos, cobertura vegetal do solo, fogo controlado, e controle de pragas e invasores (Woods & McCann, 1999; 2001; McCann et al., 2001; WinklerPrins, 2002; German, 2003a, 2003b, 2004; Hecht, 2003), ou com tecnologias modernas (Hiraoka et al., 2003). Sendo o uso da terra influenciado não só por características bio-físicas do meio, mas também pelas características sócio-culturais dos grupos humanos que a ocupam (Kumar & Nair, 2004), os sistemas agrícolas encontrados em TPI são extremamente variados, indo de monoculturas intensivas de espécies de alta demanda no mercado, como hortaliças e fruteiras (German, 2002; Hiraoka et al., 2003), a pomares caseiros extremamente diversos (WinklerPrins, 2002; Major et al., 2005a), passando por associações de duas ou mais espécies (German, 2003b; Major et al., 2005a).

Pomares caseiros

Os pomares caseiros são sistemas agrícolas nos quais árvores, arbustos e ervas de interesse são cultivados próximos às casas, fornecendo alimentos, renda e uma série de produtos e benefícios para os agricultores que os mantêm (Kumar & Nair, 2004). Na Amazônia, os pomares são uma importante forma de agricultura tradicional, pois podem produzir continuamente durante dezenas de anos (Van Leeuwen & Gomes, 1995). Diversos estudos recentes examinaram a etnobotânica dos pomares caseiros em TPI.

German (2001) inventariou pomares caseiros em três regiões de água preta: o Baixo Rio Negro (perto de Novo Airão) e o Baixo Rio Urubu, Santa Isabel do Rio Negro e o Rio Canoas, um afluente do Alto Rio Uatumã. O Baixo Rio Negro e Baixo Rio Urubu são agrupados devido às distâncias similares ao mercado de Manaus, à prática de agricultura em TPI sem o uso de adubos e por conter comunidades caboclas, enquanto as outras áreas foram ocupadas principalmente por comunidades indígenas. Por coincidência, no Baixo Rio Negro e Baixo Rio Urubu os solos mais comuns são Latossolos Amarelos, enquanto em Santa Isabel são Podzólicos e no Rio Canoas são Argissolos. Com exceção da ausência de plantas anuais nos pomares mais tradicionais de Santa Isabel, poucas tendências são evidentes neste inventário (Tabela 1). Uma tendência interessante é que nos pomares de Santa Isabel, as espécies perenes nativas são plantadas em solos não antrópicos enquanto que as perenes exóticas são plantadas em TPI. Essa associação parece lógica numa região em que os solos não antrópicos são principalmente podzólicos inférteis, pois as fruteiras nativas podem ser melhor adaptadas a essas condições que seriam limitantes para espécies exóticas, como sugerido por Clement et al. (2003). Essa tendência precisa ser examinada em outras áreas, pois não foi evidente no Baixo Rio Negro nem no Rio Canoas.

German (2001) correlacionou a porcentagem de pomares em cada região com cada espécie presente para poder contrastar as composições dos pomares caseiros (Tabela 2). Os coeficientes são uma medida de similaridade dos pomares espécie-por-espécie em cada região e classe de solo, e complementam a análise de similaridade baseada em classe botânica (Tabela 1).

Tabela 1. Porcentagem de espécies em cada classe botânica e número médio de espécies em pomares caseiros em três regiões de água preta (por região e tipo de solo) (German, 2001).

Classe Botânica	Terra Preta de Índio			Solo não-antrópico		
	R. Negro R. Urubu	Santa Isabel	Rio Canoas	R. Negro R. Urubu	Santa Isabel	Rio Canoas
Anuais nativas	6,0	0	12,5	8,8	0	8,0
Perenes nativas	39,3	38,2	43,8	37,7	70,4	44,0
Anuais exóticas	4,3	0	0	8,2	0	4,0
Perenes exóticas	50,4	61,8	43,8	45,3	29,6	44,0
Número médio spp/pomar	14,6	6,8	16,0	22,7	6,8	12,5

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson^a entre pomares caseiros em diferentes solos (TPI e solos não antrópicos) e regiões geográficas (German, 2001).

Região	Rios Negro/Urubu		Santa Isabel		Rio Canoas	
	TPI	ñ antró	TPI	ñ antró	TPI	ñ antró
Classe de Solo						
Rio Negro/Urubu - TPI	-	0,72	0,64	0,44	0,11	0,26
Rio Negro/Urubu - ñ antrópico	0,72	-	0,50	0,37	-0,02	0,14
Santa Isabel - TPI	0,64	0,50	-	0,58	0,11	0,23
Santa Isabel - ñ antrópico	0,44	0,37	0,58	-	0,05	0,17
Rio Canoas - TPI	0,11	-0,02	0,11	0,05	-	0,13
Rio Canoas - ñ antrópico	0,26	0,14	0,23	0,17	0,13	-
Médias	0,43	0,34	0,41	0,32	0,08	0,19

^aCorrelações estimadas a partir de porcentagens (a proporção de pomares com cada cultivo presente).

Essas correlações sugerem que as associações de cultivos mais similares em todas as regiões e classes de solos são aquelas existentes em pomares em TPI e em Latossolo na região dos Baixos Rio Negro e Rio Urubu. A implicação é que, nessa região, não existe vantagem especial no cultivo de pomares caseiros em solos mais ricos, como TPI. Os pomares caseiros em TPI em Santa Isabel são similares àqueles no Baixo Rio Negro. Isso sugere que os pomares em TPI possuem um papel similar na subsistência de cada região e que uma lógica comum explica o manejo das associações solo-planta nos pomares de Santa Isabel.

As composições mais diferentes, por outro lado, são entre os pomares em solos não antrópicos do Baixo Rio Negro e Rio Urubu e os pomares em TPI do Rio Canoas, onde as associações botânicas não têm correlações significativas. Outra correlação fraca é a que contrasta os pomares em TPI do Rio Canoas com outros pomares similares, o que sugere que os pomares do Rio Canoas são muito divergentes dos pomares em outras regiões. German (2001) interpreta essa falta de correlação como indicativa de menor importância de pomares em TPI no Rio Canoas, o que cria associações mais casuais nesses sítios. German sugere ainda que a existência de pomares em TPI no Rio Canoas se deve mais à abundância desse solo em áreas favoráveis ao assentamento do que à seleção intencional de uma mancha de TPI pelos habitantes recém-chegados. Isto é mais evidente quando sítios, e por extensão pomares, não mostram forte relação com a extensão da mancha de TPI.

Major et al. (2005a) examinaram 16 pomares em TPI ao norte de Manaus e encontraram 79 espécies de plantas alimentícias, sendo que pomares individuais variaram muito em número de espécies: mínimo de 7 e máximo de 44. O número de espécies nativas (definidas como estando presentes na época da conquista européia veja Clement, 1999a) foi menos da metade (35), mostrando a importância dos pomares para experimentação e das TPI para adaptação de espécies exóticas.

Klüppel (2006) examinou 12 pomares em TPI na Comunidade do Santana, Manacapuru, a Sudoeste de Manaus, identificando espécies alimentícias e medicinais. Foram encontradas 51 espécies alimentícias, das quais 20 exóticas. A maioria das espécies alimentícias é frutífera (36), sendo 14 exóticas. Klüppel também identificou 79 espécies de plantas medicinais, com muita variação em número entre lotes: mínimo de 1 e máximo de 34. Como nas plantas alimentícias, muitas plantas medicinais são exóticas (37%). Em uma comparação com um pomar em Latossolo Amarelo, cuja dona era considerada uma especialista em plantas medicinais, Klüppel observou que certas espécies eram restritas à TPI, mesmo que algumas tenham sido indicadas pela proprietária do pomar em Latossolo Amarelo. Entre elas, destacam-se as espécies da família Zingiberaceae, notadamente a mangarataia (*Zingiber officinale*), que foi a espécie de maior ocorrência nos 12 pomares caseiros em TPI. A mangarataia é uma planta originária da Ásia, que chegou ao Brasil menos de um século após o descobrimento (Lorenzi & Abreu Matos, 2006). Para seu cultivo, recomendam-se solos preferencialmente argilo-arenosos, férteis, de boa drenagem e com pH entre 5,5 e 6,0. Na área estudada por Klüppel, a grande fertilidade das TPIs certamente torna possível o cultivo de espécies medicinais exóticas que não são cultiváveis facilmente nos solos comumente encontrados na Amazônia (Clement et al., 2003).

Na Comunidade do Santana, os pomares caseiros representam a principal fonte de renda e alimento das famílias e ocupam praticamente toda a área contendo TPI de cada lote. Na Comunidade, os pomares vêm sendo cultivados continuamente desde a re-ocupação da região, há mais de cem anos. Apesar disso, nenhum agricultor entrevistado afirmou ter notado uma diminuição da fertilidade de seus solos ao longo do tempo. Ainda que sem a intencionalidade de recriá-los, algumas práticas de manejo efetuadas pelos agricultores de Santana são provavelmente as responsáveis pela manutenção da fertilidade da mancha de TPI encontrada na área de estudo. Dentre essas práticas destacam-se o uso de esterco de galinha, restos de capina, poda, varredura e matéria orgânica oriunda das casas, e a utilização do fogo de maneira moderada.

Lleras et al. (em prep.) examinaram 18 pomares no Alto Rio Amazonas a leste de Manaus, sendo dez em comunidades rurais e oito no centro urbano de Silves, Amazonas. Três dos sítios rurais possuem TPI e todos os quintais urbanos também, pois Silves foi um importante centro indígena antes da conquista. Das 52 espécies frutícolas encontradas nesse levantamento, os sítios em TPI tiveram em média 19 espécies (mínimo 9, máximo 28), enquanto os dois sítios em Latossolo Amarelo tiveram 20 e 21 espécies, e os cinco sítios na várzea tiveram 13 espécies frutíferas (mínimo 9, máximo 17). O sítio em TPI com o menor número de espécies frutíferas estava dominado por limorana (*Chomelia anisomeris* Muell. Arg., Rubiaceae), o que reduziu a média observada em TPI. Lleras et al. também catalogaram as plantas medicinais, olerícolas e ornamentais (muitas das quais são multi-uso) e encontraram 132 espécies. Nos três sítios em TPI, encontraram uma média de 17 espécies (mínimo 10, máximo 32), e o sítio dominado por limorana novamente teve menos espécies. Os cinco sítios na várzea tiveram em média 19 espécies enquanto os dois sítios em Latossolo Amarelo tiveram em média 33 espécies. Uma conclusão dessas observações diferentes é que a falta de manejo de invasoras muito agressivas, como a limorana, pode contribuir significativamente para a diminuição da diversidade presente.

McCann (2004) examinou pomares (a maioria em TPI) na região de Santarém, Pará, principalmente no Rio Arapiuns e seus afluentes, e encontrou muita variação na diversidade e composição entre os lotes, uma proeminência de espécies frutícolas e medicinais, e boa representação de espécies exóticas. A presença de TPI certamente influencia o caráter dos pomares, mas, devido à história única de ocupação e manejo de cada sítio, é difícil separar os efeitos atribuídos especificamente ao tipo de solo das outras variáveis que possam explicar a variabilidade. Pôde-se identificar dois aspectos importantes das histórias particulares que merecem mais atenção na explicação das diferenças entre os pomares da região: primeiro, a duração de ocupação do lugar; segundo, as motivações, preferências e oportunidades dos moradores de obter e cultivar certas variedades de plantas.

Em geral, os pomares mais diversos, e com mais espécies e variedades raras, são os pomares mais antigos e/ou com donos especialmente interessados em diversidade. Nesta região, as manchas de TPI são muito apreciadas como lugares de moradia, seja por causa da qualidade de solos, a presença de plantações indígenas ou a localidade estratégica (confluência de rios, terra firme adjacente ao rio etc.) (McCann, 1999a; 2004). Acredita-se que a re-colonização após o despovoamento indígena (causada pelo contato europeu) foi preferencialmente em TPI pelas mesmas razões que os moradores modernos as escolheram.

Uma comparação entre três lugares no Alto Rio Arapiuns -- uma comunidade antiga (Mentai), uma casa isolada em TPI (Santa Catarina), e várias casas novas entre Monte Sião e Curí -- ilustra a importância da história e das preferências dos moradores do lugar na formação de pomares. O pomar de Santa Catarina é um dos mais ricos e interessantes observados na região. O lugar foi re-colonizado na segunda metade do Século XIX por um curandeiro conhecido como Mirandolino, famoso na região até hoje. A família do bisneto dele mora no lugar hoje. O bisneto também é procurado para tratamentos botânicos, muitos deles preparados com plantas do pomar. Os donos atuais também possuem diversas espécies ornamentais e frutícolas, incluindo três variedades de tucumã (*Astrocaryum* spp.), das quais uma tucumã-i é considerada como o único indivíduo desta variedade na região. Os donos sabem quem plantou cada fruteira e em que ano, e, para as mais recentes plantadas por eles mesmos, lembram de onde conseguiram a semente ou a plântula, quando não são oriundas do próprio lugar. Existe um arbusto antigo no seu pomar com uma origem misteriosa e atribuída ao Mirandolino: o ipadu (*Erythroxylum coca* var. *ipadu* Plowman), que usam para aliviar dor de estômago. O velho curandeiro viajava muito ou talvez tenha encontrado o arbusto no local quando ele colonizou, uma herança dum morador indígena que ocupava o lugar anteriormente. A distribuição moderna desta cultivar domesticada é quase 1500 km a oeste do Rio Arapiuns (McCann, 1999b; Clement et al., 2003). Este exemplo mostra a importância do pomar como lugar de experimentação, introdução de novidades e acumulação de diversidade ao longo de tempo. Comparado com esse sítio, os outros locais são menos ricos, especialmente quando não têm TPI e quando foram estabelecidos mais recentemente. Por exemplo, os locais mais novos entre Monte Sião e Curí têm pomares extremamente pobres ou quase inexistentes, com as roças de mandioca ocupando a área tipicamente dedicada aos pomares.

Quintais urbanos em TPI

WinklerPrins (2002, 2006) e WinklerPrins & Souza (2005) estudaram 25 quintais encontrados em área urbana do Município de Santarém, Pará, a maioria em TPI ou TM, e verificaram que 23% das espécies úteis encontradas eram frutíferas, 36% medicinais, 20% ornamentais e 20% hortaliças. Uma alta diversidade de plantas foi encontrada, com um total de 182 espécies e 95 variedades. Esta diversidade é similar a outros inventários de várias partes da Amazônia (WinklerPrins, 2002). Com essa alta diversidade pode-se dizer que quintais urbanos são lugares onde se conserva agrobiodiversidade na vida cotidiana (WinklerPrins, 2006). Das frutíferas encontradas, 60% são exóticas (WinklerPrins & Sousa, 2005). A diversidade dos quintais também contribui para o manejo e a criação da TPI e TM, pois os donos produzem 'terra queimada' com o material orgânico colhido durante a limpeza semanal do quintal e esse material é aplicado nas frutíferas e nas hortaliças (WinklerPrins & Souza, 2005).

Lleras et al. (em prep.) examinaram oito quintais sobre TPI no centro urbano de Silves, Amazonas, e encontraram 30 espécies frutícolas, com uma média de 11 por quintal (mínimo 6, máximo 15), sendo as mais frequentes manga e laranja. Das 30 frutíferas, 10 eram exóticas, uma proporção menor que em outros estudos. Lleras et al. também examinaram cinco quintais para identificar plantas medicinais, olerícolas e ornamentais, e encontraram 81 espécies, com uma média de 22 por quintal (mínimo 8, máximo 55). Mais da metade dessas espécies era exótica.

Roças ativas

German (2001) comparou as percepções dos agricultores sobre o desempenho de seus cultivos com as práticas agrícolas usadas nas roças do Baixo Rio Negro e Baixo Rio Urubu para determinar a influência relativa desse desempenho (relacionado com a fertilidade do solo) e a conduta do agricultor (Tabela 3). Os coeficientes de correlação de Pearson são usados para determinar a relação entre as medidas cognitivas e botânicas.

Tabela 3. Avaliações dos informantes sobre o desempenho de cultivos nas roças em TPI e em Latossolos Amarelos, a porcentagem das roças com a espécie em consideração e a porcentagem das plantas na classe de produtos, e seus coeficientes de correlação de Pearson entre desempenho e composição das roças (baseada em % roça) nas últimas duas linhas (German, 2001).

	Avaliações dos Informantes ^a		Observações botânicas			
	TPI	Latossolo	Terra Preta de Índio		Latossolo	
Espécies cultivadas			% Roças	% Plantas	% Roças	% Plantas
Abacaxi	1,45	1,71	0,00	0,00	16,00	0,53
Banana	0,42	1,41	4,65	0,12	44,00	0,5
Cana-de-açúcar	1,50	1,13	2,33	0,53	16,00	0,3
Cará	1,50	1,88	16,28	0,62	24,00	0,57
Cariru	2,00	0,20	25,58	2,6	0,00	0,00
Feijão comum	2,00	0,38	20,93	2,42	0,00	0,00
Macaxeira	1,33	1,55	4,65	1,45	4,00	1,81
Mamão	2,00	0,50	37,21	6,33	4,00	0,07
Mandioca	0,75	1,88	41,86	30,23	92,00	77,51
Maxixe	2,00	0,88	39,53	5,33	8,00	0,23
Melancia	1,90	0,22	11,63	0,59	0,00	0,00
Milho	2,00	0,29	44,19	9,24	0,00	0,00
Limão	1,42	1,42	0,00	0,00	4,00	0,14
Pepino	2,00	0,50	13,95	3,82	0,00	0,00
Pimenta-de-cheiro	2,00	0,50	16,28	3,93	8,00	0,37
Pimentão	2,00	0,32	9,30	8,71	0,00	0,00
Quiabo	2,00	0,35	6,98	0,32	0,00	0,00
Tomate	2,00	0,10	6,98	1,54	0,00	0,00
Abóbora	1,92	0,50	23,26	1,01	4,00	0,07
Avaliações informantes / % roças			0,2012		0,2012	
Avaliações informantes / % plantas			-0,2684		-0,2684	

^aAvaliações pelos informantes foram: 2 ("sim, cresce bem"); 1 ("cresce, mas não bem"); 0 ("não cresce bem").

As correlações positivas sugerem que agricultores decidem sobre o que plantar com base na sua percepção sobre a fertilidade do solo e seu conhecimento tradicional em ambientes onde um dado cultivo tem melhor desempenho (German, 2001). As correlações, maiores entre percepções e observações botânicas em Latossolos do que em TPI, refletem as maiores limitações que os agricultores precisam enfrentar quando selecionam cultivos para os Latossolos. Ou seja, a fertilidade do solo é um determinante mais importante para a seleção de cultivos em Latossolos do que em TPI.

Para entender como os sistemas agrícolas divergiram entre os locais nos baixos Rios Negro e Urubu e outras regiões com água preta, German (2001) estudou as diferenças botânicas entre TPI e solos não antrópicos em cada região, inclusive examinando sítios com agricultura intensiva (Tabela 4). Diversas observações importantes mostram as diferenças entre regiões com respeito ao uso e manejo de TPI. A mais evidente é a ausência completa de roças em TPI perto de Santa Isabel do Rio Negro, Amazonas. Essa observação sobre uso agrícola e o pouco reconhecimento de TPI sugere que os solos antrópicos são de pouca importância cultural apesar do fato de que as pessoas podem identificar esses ambientes modificados com facilidade.

Tabela 4. Porcentagem de roças tradicionais e de uso intensivo com cada classe de cultivo em cada região e classe de solo (German, 2001). Informação sobre espécies é baseada em ausência e presença, não em demografia.

	Terra Preta de Índio				Solos não antrópicos			
	Negro	Santa	Rio	Uso	Negro	Santa	Rio	Uso
Classe de cultivo	Urubu	Isabel	Canoas	intens.	Urubu	Isabel	Canoas	intens.
Fruteiras	29,9	0	44,4	91,7	40,6	43,2	50,0	n/a
Hortaliças	31,9	0	11,1	8,3	6,3	2,3	0	n/a
Grãos/Legumes	9,3	0	22,2	0	0	0	0	n/a
Ervas comestíveis	28,9	0	16,7	0	21,9	11,4	0	n/a
Gramíneas	1,0	0	0	0	7,8	11,4	6,3	n/a
Raízes/tubérculos	12,4	0	22,2	0	25,0	36,4	43,8	n/a
Média no spp/roça	12,1	0	6	6	7,1	5,5	2,7	n/a

Os sistemas de cultivo intensivo em TPI tendem a ser de fruteiras e hortaliças, enquanto que o uso intensivo de solos não antrópicos para qualquer classe de cultivo não ocorre entre este grupo de agricultores familiares. Esta observação certamente tem a ver com os altos preços de adubos químicos que seriam necessários em solos não antrópicos para permitir uma produção aceitável. Finalmente, o número médio de espécies é mais alto em roças em TPI do que em roças em outros solos, entre as famílias que usam a TPI para fazer roça.

Uma ressalva importante é que a informação sobre as espécies (tipo ausência/presença) pode esconder tendências importantes sobre abundância, em especial no Rio Canoas onde a maioria da terra é dedicada a dois cultivos importantes: banana e mandioca. Enquanto as roças em TPI apresentam maior diversidade de espécies (média n° spp/roça), essa tendência só tem importância econômica para uma família que tem desenvolvido um sistema de produção complexo. Todas as outras famílias preferem solos não antrópicos para seus sistemas de banana com mandioca, deixando suas parcelas de TPI em um estado de semi-abandono. Klüppel (2006) também observou que a inaptidão agrícola das TPI para produzir mandioca e banana foi citada como uma desvantagem desse solo, por três agricultores entre os dez entrevistados na Comunidade do Santana, Manacapuru, Amazonas.

Enquanto a TPI parece não oferecer uma vantagem produtiva para os agricultores de Santa Isabel que não abrem roças nestes solos antrópicos, associações planta-solo são evidentes nos baixos Rios Negro e Urubu e no Rio Canoas (German, 2001). As TPIs são preferidas para grãos e hortaliças, enquanto os solos não antrópicos são preferidos para raízes, gramíneas comestíveis e fruteiras. Índices de divergência botânica sugerem que uma maior diversidade de espécies é cultivada em TPI que em solos não antrópicos sempre que a decisão é usar estes solos para agricultura. No entanto, o potencial da produtividade de TPI é pouco explorado, especialmente em Santa Isabel e no Rio Canoas, onde estes solos são muito pouco usados para roças. Nas quatro comunidades perto de Santa Isabel, onde a TPI é mais abundante e claramente identificada por análises químicas, as roças em TPI são ausentes. Observações em um sítio com TPI cultivada um pouco mais distante de Santa Isabel confirmam sua produtividade potencial no Meio Rio Negro: os desempenhos de milho, feijão, abóbora e mandioca foram excelentes.

Destas observações etnográficas preliminares, dois fatores aparecem como determinantes da falta de interesse em TPI em Santa Isabel (German, 2001). Primeiro, a forte identidade étnica das comunidades contribui para a manutenção de muitas tecnologias tradicionais e padrões alimentares que têm sido abandonados nas áreas mais perto de Manaus, nos baixos Rios Negro e Urubu. Segundo, existe pouca demanda para cultivos mais exigentes nos mercados regionais do Médio Rio Negro, o que aumenta a necessidade de soberania alimentar entre as comunidades indígenas e caboclas. As comunidades de Santa Isabel pararam de plantar esses cultivos porque “não tinha saída”. No Baixo Rio Negro existe uma limitação similar, onde mercados municipais são facilmente saturados com a

produção de poucas áreas de TPI, e as atividades de alguns indivíduos mais empreendedores reduzem as possibilidades para outros agricultores. Somente os agricultores com acesso aos mercados de Novo Airão e Manaus cultivam TPI continuamente, e os sem acesso têm dificuldades em comercializar sua produção, demonstrando que fatores político-econômicos importantes determinam as decisões sobre o uso da terra. Observações similares foram feitas no Rio Canoas: nos sítios do alto rio, mais longe da estrada e transporte, a TPI é geralmente abandonada, sugerindo que as comunidades não vejam oportunidades em seu uso devido à dificuldade de comercialização.

Não só as plantas cultivadas, mas também a vegetação espontânea é afetada pela presença de TPI. Num estudo controlado comparando 4 sítios de TPI com seus solos adjacentes, as ervas daninhas em roças ativas tiveram até 45 vezes maior cobertura do solo e apresentaram até 11 vezes mais espécies em TPI. A comunidade de ervas daninhas foi mais parecida entre sítios de TPI que entre sítios de solo não antrópico (Major et al., 2005b). No passado, o nível de perturbação (fogos freqüentes, menor duração de pousio etc.) dos sítios de TPI foi maior que o dos solos não antrópicos, e mesmo assim os sítios de TPI tiveram mais espécies, sugerindo o efeito de reservatório. No entanto, existe uma explicação alternativa que ainda requer pesquisa: as espécies que são melhor adaptadas às perturbações mais freqüentes em TPI são mais presentes, o que dá a impressão de reservatório sem ser o exemplo do sítio invadido por limorana, observado por Lleras et al. (em prep.) mostra o que pode ocorrer quando as perturbações são muito freqüentes sem manejo de uma erva daninha agressiva. As espécies de leguminosas fixadoras de nitrogênio foram mais abundantes em TPI, provavelmente porque os maiores teores de boro, molibdênio e, em menor grau, potássio, fósforo, cálcio na TPI dá uma vantagem às leguminosas, pois podem aproveitar estes elementos ainda mais com a fixação de nitrogênio da atmosfera (Rondon et al., 2007). Muitas das espécies nos sítios comparados eram ervas anuais cosmopolitas, comuns em cidades ao lado de ruas e em terrenos baldios. Estas espécies são adaptadas a áreas perturbadas. Pela sua agressividade e eficiência reprodutiva após invadir uma área essas espécies podem impedir, ou pelo menos atrasar, o estabelecimento de espécies nativas durante a sucessão ecológica após o uso agrícola.

Desde que os primeiros agricultores não indígenas chegaram na Comunidade do Santana, em Manacapuru (há mais de cem anos), aprenderam a utilizar a produtividade potencial das TPI ao máximo (Klüppel, 2006). Todos os agricultores da área de estudo só cultivam em terra firme nas áreas de TPI ou TM, apesar da maior parte das propriedades serem constituídas de Latossolo Amarelo. Alguns fatores são responsáveis por essa escolha. Os agricultores têm consciência de estarem habitando uma área com TPI e atestam várias vantagens desses solos em relação aos solos comuns. Afirmarções como “nas Terras Pretas tudo dá” ou “ela (a Terra Preta) não precisa de adubo” traduzem a percepção dos agricultores do Santana em relação à fertilidade e à aptidão agrícola das Terras Pretas para espécies demandantes em nutrientes. Alguns desses agricultores afirmaram já terem plantado nas áreas de solo não antrópico, mas alegaram que o trabalho despendido e o retorno financeiro não compensam manter um cultivo nesse tipo de solo. Aliado a isso, o desenvolvimento *in situ* de práticas de manejo voltadas para a manutenção da fertilidade do solo ao longo dos anos, como a constante utilização de adubo orgânico e o uso moderado do fogo, possibilitam o cultivo permanente da mancha de TPI na região.

Na região do Rio Arapiuns (Santarém, Pará), os caboclos também mostram uma forte preferência para a TPI devido à percepção de que “tudo dá na terra preta...e só mandioca dá fora da terra preta” (McCann 1999b, 2004; Woods & McCann, 1999, 2001). Não obstante, em contraste ao caso de Santa Isabel citado acima, a disponibilidade das manchas de TPI é limitada, e o acesso a TPI varia muito entre as comunidades e também entre as famílias dentro de comunidade. É muito difícil encontrar uma mancha de TPI que não seja ocupada e intensivamente cultivada, se não for muito isolada dentro da floresta. A mancha de TPI é reservada para os cultivos mais exigentes, incluindo milho, feijão, abóbora, cará, tabaco, melancia, maxixe, *Citrus* spp. e café (Woods & McCann, 1999: 8). Fora de TPI, nos Latossolos e Argissolos que predominam na região, os agricultores tem visto que a produtividade destes cultivos é muito baixa. É nesses solos pobres onde fazem seus roçados de mandioca, pois cultivar mandioca em TPI não seria considerado um uso adequado de um recurso limitado e altamente

valorizado para o plantio de quase todos os outros cultivos. Ademais, o aumento de produtividade de mandioca na TPI não é tão dramático como no caso dos outros cultivos, e o aumento de esforço necessário para capinar é marcante e maior do que exibem os cultivos de ciclo mais curto (German 2003b). O contraste marcado entre o repertório de grãos, hortaliças e frutos cultivados nas TPI e os monocultivos de mandioca nos solos não antrópicos mostra a importância de TPI como reservatório de agrobiodiversidade na região.

Como German (2001) e Major et al. (2005a) observam no caso dos mercados regionais de Manaus e Novo Airão, o mercado regional de Santarém também é um importante consumidor de produtos agrícolas originados de TPI do Rio Arapiuns, mas o papel do mercado não parece ser tão determinante neste caso (McCann, obs. pess.). A principal razão é que o produto comercial mais importante na região é farinha de mandioca, cultivada principalmente em solos não antrópicos. Adicionalmente, como só mandioca (e muito pouco banana) é cultivada fora de TPI, uma parte significativa da produção em TPI é destinada para consumo caseiro, ou trocada localmente por outros produtos ou por mão-de-obra, muitas vezes com famílias sem acesso a TPI. O efeito de distância ou acesso ao mercado certamente é evidente (Hiraoka et al., 2003), mas a reduzida intensidade de ocupação e cultivo das TPI mais isoladas também depende de acesso às escolas primárias e à proximidade dos parentes e vizinhos (McCann, 2004).

Roças em pousio

O estabelecimento de roças em solos de TPI na Amazônia é freqüente e preferido pelos colonos devido à elevada fertilidade do solo, especialmente os teores de bases trocáveis (Ca, Mg, P), da relação C/N favorável ao desenvolvimento vegetal, expresso no alto teor de matéria orgânica e textura que facilita o desenvolvimento radicular. Produzidas no passado, pela ação de uso intensivo do solo pelas populações pré-colombianas, as manchas de TPI estão espalhadas em toda a região (Falesi, 1974; Sombroek, 1966). Existem áreas com extensões consideráveis de TPI como nas regiões de Maués (AM), Silves (AM), Rio Negro (AM), Curuá-Una (PA), Vale do Baixo Rio Tapajós (PA), dentre outros locais (Sombroek, 1984; Sombroek et al., 2000). Esses solos contêm matéria orgânica composta de resíduos ricos em substâncias húmicas aromáticas, que incluem 70 vezes mais carbono estável do que os solos adjacentes (Glaser et al., 2001). Essa estabilidade se reflete química e microbiologicamente, podendo assim permanecer por centenas de anos, pois produz compostos carboxílicos que podem aumentar a capacidade do solo em reter nutrientes (Glaser et al., 2001). Assim os solos tipo TPI podem ser as chaves para manter a sustentabilidade de sistemas agroflorestais familiares na Amazônia. Moran (1981) sugere que o sucesso da agricultura de pequena escala pode ser incrementado com a ocorrência das manchas férteis de TPI. Alguns colonos têm a habilidade de localizar e identificar essas manchas através de espécies vegetais indicadoras (Moran, 1981; McCann, 1999b; German, Hecht, Ruivo, este volume).

No entanto, em termos territoriais amazônicos, essas manchas são consideradas muito reduzidas, mas podem produzir algum efeito positivo nos padrões locais de colonização e uso da terra (Fearnside, 1984). As roças sobre TPI obedecem ao mesmo padrão de corte-queima-cultivo-abandono, ou “*slash and burn*”, verificado nas roças de colonos sobre outros tipos de solos na região (Vieira, 1996; Denich & Kanashiro, 1995), embora com menos intensidade face a rápida re-utilização da área. Entretanto, a colonização vegetal segue vias e estratégias diferentes nas diversas fases da sucessão secundária. Da mesma forma que as roças ativas nas observações feitas por Major et al. (2005b), quando abandonadas as roças sobre TPI costumam também ser logo ocupadas por ervas invasoras, de comportamento agressivo e com elevada capacidade vegetativa.

Na Região de Curuá-Una (PA), Almeida (obs. pess.) constatou diferenciações nos padrões de uso agrícola e da colonização vegetal nas áreas de roças em pousio sobre TPI em relação àquelas que repousam sobre Latossolos Amarelos (LA), freqüentes na Zona Bragantina no nordeste do Pará:

Em TPI o tempo de uso do solo sob cultivo é maior quando comparado com LA (ciclos de 2 a 5 anos em TPI e 1 a 2 anos em LA) e o tempo sob pousio é menor (2 a 5 anos em TPI e 5 a 10 anos em LA). Isso ocorre porque os manejos de roças em TPI e capoeiras sobre LA são diferentes. O colono que cultiva sobre LA, em capoeiras alteradas ou degradadas, tem a expectativa de recuperação da capacidade de cultivo do solo durante o pousio, melhorando as suas propriedades físico-químicas. Em TPI o ciclo de rotação é mais direcionado para não degradar ou esgotar o solo.

Em TPI existe a dominância de poucas espécies invasoras, geralmente cosmopolitas, pertencentes às famílias Poaceae (gramíneas) e Fabaceae (leguminosas), especialmente com formas de vida arbustivo-herbácea. A maioria das espécies parece se reproduzir a partir de estolões e rizomas, mas também de sementes (leguminosas). Grande parte das leguminosas do grupo de ervas e arbustos possui a capacidade de fixar N atmosférico por meio de microorganismos simbiotes associados às suas raízes. Isso produz um efeito potencial muito eficaz para colonizar e ocupar espaços nesses locais. Estima-se que 90% das Papilionoideae, 76% das Mimosoideae e 30% das Caesalpinoideae estudadas na Região Amazônica têm capacidade de nodulação (Souza & Silva, 1997; Gehring, 2003), associadas na maioria das vezes com bactérias do gênero *Rhizobium*. Os estolões e rizomas se mantêm ativos mesmo quando a área está sob cultivo, quando são controlados com capina.

Como o período de pousio em TPI é muito curto, não há tempo suficiente para se estabelecer assembléias de espécies de porte arbóreo da sucessão secundária tardia, como ocorre em LA. Este padrão de uso da terra tem implicações diretas na composição de espécies do mosaico de fitopaisagens associadas às manchas de TPI, especialmente para manter a diversidade genética e biológica em forma de banco de sementes.

Ao contrário do que ocorre nas capoeiras sobre LA, o uso do fogo não é tão recorrente em TPI porque, na re-utilização da área, a limpeza é quase sempre manual, devido ao não desenvolvimento de vegetação lenhosa de porte florestal, como ocorre frequentemente em capoeiras de colonos no Nordeste Paraense (Denich & Kanashiro, 1995). Isso gera menos perda de N e C do solo e menor desmobilização de outros nutrientes, mantendo a estabilidade do solo e alterando a sucessão vegetal quando a área é abandonada.

Florestas secundárias

As florestas secundárias sobre TPI surgiram do abandono dessas áreas pelos agricultores familiares após o declínio da produção de subsistência ou por questões culturais de territorialidade. Alguns grupos ainda voltavam aos antigos sítios para coletar alguns produtos de espécies perenes, tais como castanha, andiroba, taperebá, buriti e látex de seringueira, resina de breu e de jatobá, como acontece até hoje na região da Floresta Nacional de Caxiuanã (FLONA Caxiuanã), localizada nos municípios de Portel e Melgaço, a 400 km de Belém, Pará.

Um recente estudo na FLONA Caxiuanã comparou a riqueza e abundância de espécies entre duas parcelas de 1 ha (Almeida et al., em prep.). A primeira foi localizada em uma floresta secundária antiga sobre TPI, cujo manejo ocorreu entre 720-300 anos atrás (Kern, 1996), e a outra em uma floresta de terra firme sobre Latossolos Amarelos de textura areno-argilosa, que aparentemente nunca foi derrubada. Foram inventariados um total de 744 árvores, cipós e palmeiras nos dois sítios avaliados.

O sítio sobre TPI (389 indivíduos) apresentou um número de indivíduos 8,7% mais elevado que na parcela sobre Latossolo Amarelo (355 indivíduos), e a densidade média de plantas com DAP > 10 cm foi similar entre os dois sítios. Por outro lado, observou-se que a riqueza de espécies foi 39,7% mais elevada na parcela sobre Latossolo Amarelo, com 131 espécies, enquanto a parcela sobre TPI possui apenas 79 espécies. O número de famílias botânicas foi similar entre os sítios, com 37 famílias ocorrendo no sítio sobre Latossolo Amarelo e 38 no sítio sobre TPI.

Os dois sítios apresentaram uma baixa similaridade específica (6,9%), com apenas seis espécies comuns. O compartilhamento de espécies entre os sítios pode ser interpretado como efeito do sistema de manejo adotado pelos antigos moradores da TPI, evidenciando a substituição de muitas espécies

originais da floresta e o aumento da abundância de algumas de importância para a sobrevivência daquelas populações. No entanto, a similaridade ao nível de famílias botânicas foi mais elevada, atingindo 66,67 %, com 25 famílias compartilhadas por ambos os sítios.

Quando o manejo de florestas tropicais por populações tradicionais ocorre, a tendência inicial é que a diversidade vegetal aumente com a introdução de novas espécies (Peters, 2000), que são adicionadas à matriz original de floresta remanescente na fase pré-manejo. No entanto, o manejo da densidade de plantas pelas populações tradicionais tende a produzir, ao longo do tempo, assembléias de espécies com diversidade mais baixa do que a floresta adjacente original, com menos espécies localmente raras. Esta explicação pode ser evidenciada pelo índice de diversidade de Shannon (H), que foi maior na parcela em floresta primária (4,31) que na parcela sobre TPI (3,58).

No passado, parece que o controle das densidades de plantas e a seleção de espécies pelas populações pré-colombianas e mesmo caboclas atendiam mais à necessidade de longo prazo por recursos de determinados táxons do que necessariamente por características biológicas como rápida taxa de crescimento, por exemplo. Tanto é assim que entre as espécies com maior densidade estão a castanheira e a andiroba, cujos indivíduos ainda estão produzindo, com oferta de frutos a médio e a longo prazo. No entanto, esse padrão não é geral porque algumas espécies, como o buriti, o taperebá e o tucumã, podem iniciar seu ciclo reprodutivo antes dos dez anos de idade.

Dinâmica de Sucessão Ecológica

A fertilidade dos solos é um dos fatores ambientais que afeta a dinâmica de processos que envolvem a vegetação, ampliando a produtividade dos ecossistemas. Por exemplo, Giardina et al. (2003) demonstraram em uma plantação experimental de *Eucalyptus saligna* que parcelas que sofreram a adição de fertilizantes foram capazes de aumentar a produção de liteira em 30% após 2-4 anos. Este fato foi associado à maior fitomassa do dossel nas parcelas com adição de fertilizantes. Resultado similar foi observado em sítios de TPI na Amazônia, onde a cobertura de ervas daninhas em roças ativas foi até 45 vezes maior que em solos adjacentes (Major et al., 2005b). Com base nesses estudos, espera-se que a elevada fertilidade dos solos antrópicos tenha um efeito direto sobre a dinâmica de sucessão ecológica e produtividade dos sistemas sobre TPI em relação aos solos adjacentes. A elevada fertilidade das TPI pode, portanto, ser um dos fatores que possibilite um tempo de pousio mais curto em TPI em relação aos solos adjacentes (veja German, Hecht, Ruivo, este volume), mas também pode ter um impacto no efeito reservatório.

Dinâmica em roças ativas e em pousio

Estudos antropológicos e etnobiológicos apontam para diferenças de práticas agrícolas e de manejo entre TPI e solos não antrópicos por agricultores familiares (German, 2003a, 2003b; Hiraoka et al., 2003). Uma das diferenças mais marcantes é a duração do ciclo plantio/pousio (German, 2003b). O tempo de pousio em áreas de TPI pode ser 50% menor do que em áreas de solo não antrópico. Isso faz com que menos roças sejam instaladas em áreas recentemente desmatadas em TPI (26%) do que em solo não antrópico (73%) (German, 2003b). Além disso, nas roças estudadas as espécies plantadas em TPI são geralmente culturas de ciclo curto, como hortaliças, cereais e leguminosas, enquanto que aquelas plantadas em solo não antrópico têm ciclo mais longo, como mandioca e fruteiras. Os agricultores afirmam que o solo das roças em TPI se esgota mais rápido do que no Latossolo, mas quando é colocado em pousio leva menos tempo para “se recuperar” (German, 2003b). A dinâmica ecológica sugerida pelos estudos de Major et al. (2005b) pode ajudar a explicar porque a duração do pousio em sítios com TPI é mais curta.

Existem diversas razões para um pousio mais rápido em TPI. A invasão mais agressiva de ervas daninhas logo após a queima inicial da roça faz com que os investimentos em mão-de-obra sejam mais altos em TPI, criando um incentivo para os cultivos anuais de ciclo curto e o abandono logo em

seguida. Outro motivo é que enquanto o início da sucessão em TPI parece ser mais rápida que em Latossolos, os estágios seguintes parecem ser mais lentos em termos de acumulação de biomassa e taxa de crescimento em diâmetro das árvores no pousio (German, 2004). Além disso, a fertilidade natural de TPI faz com que o acúmulo de biomassa durante o pousio seja menos crítico para a restauração da fertilidade do solo que é o caso em Latossolos, permitindo a derrubada de capoeiras mais novas em TPI do que em Latossolo para obter o mesmo benefício. Esta dinâmica implica que é mais difícil estender a duração do período de cultivo em TPI, ao mesmo tempo em que é mais fácil trazer uma área de TPI de volta ao cultivo após o pousio.

Os agricultores residentes em áreas de TPI reconhecem um conjunto de espécies associado à sucessão em TPI que germinam e crescem espontaneamente uma vez que a capoeira é cortada para um novo ciclo agrícola. Na Região do Rio Negro e ao redor de Manaus, este conjunto inclui o mamão, a goiaba, alguns cultivos nativos e um grupo de ervas daninhas típicas de TPI (German, 2003a; Major et al., 2005b). Na Região de Santarém, incluindo o Rio Arapiuns e o Baixo Rio Tapajós, o mamão, a pimenta, o cará e o maxixe são os cultivos que os moradores observam aparecer espontaneamente nas roças novas em certos locais de TPI (McCann, 1999b; Woods & McCann, 1999, 2001). De acordo com os habitantes, o mamão germina na maioria dos locais e com o maior número de indivíduos. O maxixe, a pimenta e o cará aparecem mais raramente, e são tipicamente representados por poucos indivíduos numa roça.

Além da composição específica, os agricultores reconhecem uma estrutura de vegetação própria de TPI, que inclui um dossel mais baixo, um sub-bosque mais denso, diâmetro médio menor das árvores adultas da capoeira, e uma maior porcentagem de cipós e plantas com espinhos (German, 2003a; McCann, 1999b, 2004).

Dinâmica entre pousio novo, pousio velho e abandono

Num estudo dos bancos de sementes de amostras de TPI e solo adjacente, ambos debaixo de floresta, mais plântulas emergiram em TPI do que no solo adjacente (1365 plântulas m^{-2} vs. 330, respectivamente), e mais espécies foram representadas (2,1 por bandeja em TPI vs. 1,2 em solo adjacente) (Major et al., 2005b). O interessante é que as TPI e os solos adjacentes amostrados não haviam sido utilizados na memória das pessoas que viviam na vizinhança. No entanto, as florestas em TPI devem ter recebido mais sementes movidas pelo vento e animais do que as florestas em solos adjacentes. Isto é porque os sítios de TPI amostrados estavam localizados perto de zonas de maior perturbação, como a beira de rios ou roças intensivas em TPI. Curiosamente, nenhuma das espécies observadas nesse estudo é considerada problemática (erva daninha) em roças ativas na vizinhança (Major et al., 2005b).

Um estudo sobre a dinâmica de liteira em uma floresta secundária sobre TPI na FLONA Caxiuanã demonstrou que florestas secundárias antigas sobre TPI são cerca de 10% mais produtivas que florestas primárias sobre Latossolo Amarelo (Aragão et al., em prep.). As florestas secundárias sobre TPI produzem anualmente $11,48 \pm 2,14$ Mg de matéria seca por hectare. Este valor é 28% maior que a média encontrada ($8,16 \pm 0,35$ Mg $ha^{-1}.ano^{-1}$) para as florestas primárias de terra firme e 13% maior que florestas de várzea ($9,9 \pm 1,6$ Mg $ha^{-1}.ano^{-1}$) na Amazônia. Esse resultado sugere que áreas de TPI podem sustentar florestas mais produtivas. Na área de TPI em Caxiuanã, por exemplo, foi observada uma elevada densidade de castanheiras, cerca de 20 indivíduos por hectare que continuam produzindo frutos que são coletados por agricultores de comunidades vizinhas. No entanto, na área de Latossolo Amarelo esta espécie pode ser considerada rara nesta região, confirmando seu *status* de espécie indicadora (Clement et al., 2003).

O manejo histórico no sítio de TPI em Caxiuanã favoreceu uma maior ocorrência de espécies decíduas, tal como a castanheira, que nas áreas de Latossolo Amarelo. Esta característica do sítio sobre TPI se traduz em uma sazonalidade mais marcante da produção de liteira em relação à floresta primária sobre Latossolo. Fato interessante é que esta sazonalidade está relacionada principalmente com a

produção de frutos. Enquanto nas florestas sobre Latossolo Amarelo os frutos são produzidos ao longo de todo o ano, na TPI o pico de produção de frutos ocorre em agosto, com uma produção de $2,8 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$, 98% maior que em áreas adjacentes. Portanto, a manutenção das áreas de TPI cobertas por florestas secundárias pode favorecer a produção de frutos nativos. Além disso, o uso de técnicas que viabilizam a reconstrução de TPI em áreas de sucessão secundária possui o potencial de aumentar a produtividade florestal na Amazônia.

Efeito reservatório frente à sucessão ecológica

Nos bancos de sementes estudados por Major et al. (2005b), uma espécie de Leguminosae apareceu somente em dois sítios de TPI. Também, as ervas daninhas de roças ativas em TPI tinham mais indivíduos deste grupo. É possível que as leguminosas sejam indicadoras da TPI, na definição de Clement et al. (2003). A maioria das leguminosas do grupo de ervas e arbustos possui a capacidade de fixar N atmosférico por meio da associação de microorganismos simbiotes em suas raízes. Isso produz um efeito potencial muito eficaz para colonizar e ocupar espaços nesses locais férteis. Nesse grupo de fixadores são comuns algumas leguminosas locais e cosmopolitas dos gêneros *Desmodium*, *Vigna*, *Crotalaria*.

Implicações e Padrões

Do conjunto de informações atualmente disponível é possível identificar alguns padrões e levantar hipóteses sobre as implicações dessas informações. No entanto, nem todas as observações seguem as tendências observadas na maioria, o que sugere que ainda não chegamos a uma massa crítica que permita entender todos os padrões. Considerando a escassez atual de informação, o número de hipóteses ainda é pequeno, e convidamos os leitores a uma reflexão sobre esse fato visando a sugerir novas implicações e padrões para futuras pesquisas.

Padrões biológicos

Considerando a importância de fogo na criação de TPI e especialmente de TM, a questão da dinâmica dos sistemas de produção sob manejo contínuo com fogo é pouco estudada. Uma das questões associadas é se existe pressão seletiva para cultivares tolerantes ao fogo entre os cultivos semidomesticados e domesticados, especialmente entre os cultivos tuberosos.

Como essas cultivares são manejadas em sistemas em que o fogo é uma ferramenta importante, elas precisam ser entendidas no contexto do sistema de plantio em anéis concêntricos praticado pelos Kayapó. Nesse sistema, a área central é plantada com batata doce, o primeiro anel é plantado com milho seguido por mandioca, com um anel exterior plantado com cultivares de duração maior, como cará e abacaxi. Palmeiras úteis, como injá e babaçu, são deixadas durante o preparo da área e ambas são tolerantes ao fogo.

A evidência de tolerância ao fogo varia. Primeiro, os Kayapó praticam o que podemos chamar de “plantio pré-queima”. Após a roça ser cortada da floresta, mas antes da queima principal, alguns brotos de batata doce e manivas de mandioca são plantados mais ou menos na configuração final do anel. Em geral, estes brotos e manivas são plantados mais fundo que os plantados após a queima. Em seguida, a roça é queimada. Passados alguns dias, já com o solo frio, estes brotos e manivas começam a aparecer e, então, dependendo de um número de indicadores naturais (florescimento de certas plantas, migração de pássaros ou peixes, a posição de constelações, acúmulo de nuvens) e das preferências do dono da roça, a área é plantada. Segundo, no caso da batata doce, observamos a queima periódica de coberturas de folhas de palmeira e cipós secos encontrados no chão, bem como a queima de coivaras organizadas perto de toras de madeira ou isoladas. Essas queimadas criam uma camada fina de cinzas, o que deveria servir para reciclar potássio e, possivelmente, reduzir o crescimento de patógenos. Terceiro, dentro das

áreas com mandioca, as plantas estão sujeitas a fogos moderados como forma de controle de ervas daninhas. Tal controle pode ser feito com um corte casual com um terçado, seguido de queima, ou simplesmente por uma queima das ervas em pé. Em ambos os casos, os danos às plantas de mandioca parecem ser pequenos e facilmente tolerados. Quarto, os pés de cará, devido a sua longevidade nos sistemas de produção dos Kayapó, parecem ser pouco afetados pelo uso de fogo a seu redor. Esta resistência deve explicar, em parte, a observação de que o cará às vezes brota espontaneamente depois de cortar e queimar uma nova roça em TPI na Região do Rio Arapiuns (Clement et al., 2003).

Os Kayapó são famosos pela sua agrobiodiversidade, e é fácil observar o que parece ser seleção para tolerância ao fogo, especialmente para as cultivares plantadas antes da queima principal da roça. Isso também sugere que seria interessante testar diversas cultivares de raízes para avaliar sua tolerância e poder voltar a incentivar o uso de fogo para manejar nutrientes e, possivelmente, controlar pragas e doenças.

Padrões biogeográficos

Clement (1999b) mapeou uma hierarquia de centros e regiões de diversidade genética de cultivos nativos da Amazônia e os exóticos introduzidos antes da conquista européia. Se as áreas de TPI atuam como reservatórios genéticos, como sugerido por Clement et al. (2003), deveria ser possível identificar cultivos típicos dos centros e regiões hoje. Lleras et al. (em prep.) tentaram encontrar indícios do Centro de Diversidade da Amazônia Central durante seu estudo e concluíram que a diversidade vegetal catalogada é similar à encontrada em outros levantamentos em comunidades ribeirinhas na Amazônia, com as espécies exóticas sempre presentes em quantidade. A maioria das espécies agrícolas atribuídas ao Centro de Diversidade da Amazônia Central foi observada, embora algumas estivessem ausentes devido à época ou a falta de uso, o qual não foi sempre possível determinar. Isso sugere que as TPIs podem atuar como reservatórios, mas não é possível determinar se este efeito é devido à TPI ou à provável reocupação preferencial por comunidades tradicionais devido à riqueza do solo.

Efeitos de mercados

Alguns autores afirmam que a proximidade com um mercado consumidor (Blanckaert et al., 2004; Major et al., 2005) e, até mesmo, a modernização dos meios de produção (Altieri et al., 1987) podem comprometer a diversidade dos sistemas agrícolas tradicionais. German (2004), inclusive, acredita que a proximidade com um centro urbano importante não só incentiva como possibilita a mecanização e a intensificação de sistemas agrícolas inicialmente mais tradicionais. Na Comunidade do Santana, apesar dos pomares caseiros serem responsáveis pelo sustento das famílias que lá moram, fornecendo todos os produtos comercializados no centro urbano mais próximo, o relativo isolamento geográfico e técnico-científico da Comunidade mantém uma alta diversidade de espécies nos pomares caseiros, e seus donos usam práticas tradicionais de agricultura quase que exclusivamente (Klüppel, 2006).

A ausência de um mercado razoável em Santa Isabel do Rio Negro e as influências externas (a disponibilidade de um caminhão para transportar banana, uma espécie que não cresce bem em TPI, via um assentamento apoiado pelo governo) podem levar os agricultores a deixar TPI em um estado de semi-abandono, para buscar incentivos econômicos das agências de fomento (German, 2003b). Ao mesmo tempo em que essas decisões dos agricultores deixam a TPI sem uso, também contribuem para a conservação de suas propriedades químicas e físicas, quando comparado à natureza dos projetos de exploração intensiva para mercados específicos, como a produção de grama para jardins em Rio Preto da Eva, Amazonas (Major et al., 2005a).

No caso das TPIs, o homem que aí se instala aprende a otimizar sua utilização plantando espécies exigentes em nutrientes, cuja escolha depende de fatores culturais, das oportunidades de mercado no qual está inserida a população, de incentivos político-econômicos e dos gostos pessoais de cada agricultor (German, 2003b). Em alguns casos planta-se milho ou hortaliças, e no caso da Costa do Laranjal, Manacapuru, Amazonas, frutíferas como laranja, mamão e acerola (Klüppel, 2006).

A diversidade de espécies de plantas alimentícias em 16 pomares caseiros de sítios em TPI foi ligeiramente menor quando a produção do sítio foi destinada principalmente ao mercado (Major et al., 2005a). Alguns pomares em sítios produzindo para o mercado mantiveram uma alta diversidade de espécies, mas com uma tendência para a dominância de algumas espécies com alta demanda no mercado. Por exemplo, foram observados pomares com áreas de monocultivo de graviola, que tem um alto valor e demanda no mercado (Major et al., 2005a).

O futuro dos reservatórios genéticos

O futuro dos reservatórios depende de decisões humanas, frequentemente decisões inconscientes, como dividir um sítio com os filhos e construir mais moradias. Nos centros urbanos do interior, e especialmente nas capitais, o adensamento populacional reduz o espaço verde. Na zona rural, decisões sobre oportunidades de mercado têm tido efeitos similares. Vale lembrar que a maioria dos agricultores tradicionais e modernos não sabe que TPI é algo especial, exceto pelo fato de ser um solo mais rico em nutrientes que os solos adjacentes.

Lleras et al. (em prep.) consideraram a hipótese de TPI atuar como reservatório de recursos genéticos de cultivos nativos, mas concluíram que essa hipótese não se confirma nas duas comunidades com TPI estudadas. Em uma comunidade, a TPI está completamente dominada por limorana; no centro urbano de Silves, o rápido adensamento populacional parece contribuir para a extinção local de recursos genéticos. Um sítio dominado por limorana sugere que até a sucessão ecológica pode afetar a capacidade de um sítio de TPI atuar como reservatório genético. Major et al. (2005b) também encontraram roças ativas em TPI dominadas por espécies muito agressivas. Esse fato foi comprovado também em Curuá-Una, Pará, onde poucas espécies de gramíneas e leguminosas arbustivo-herbáceas dominaram as roças abandonadas, sugerindo a simplificação da diversidade vegetal na sucessão secundária (Almeida, obs. Pess.).

O futuro dos laboratórios experimentais

Os pomares caseiros, por serem sistemas dinâmicos com grande diversidade de espécies, são sistemas agrícolas que, com manejo adequado, mantêm sua produtividade relativamente estável ao longo do tempo, garantem a segurança alimentar das famílias e são sistemas compatíveis com o nível financeiro dos agricultores, por não requererem altos investimentos em tecnologia, como insumos agrícolas e maquinaria (Kumar & Nair, 2004). Por tais motivos, esses sistemas tendem a ser aqueles que mais perduram dentro de uma propriedade agrícola (Klüppel, 2006). A implementação e manutenção de pomares caseiros em áreas contendo TPI, com o desenvolvimento *in situ* de práticas de manejo voltadas para a manutenção da fertilidade do solo ao longo dos anos, certamente podem ser responsáveis pela conservação das manchas de Terra Preta submetidas a cultivo, bem como de suas plantas úteis. Uma dinâmica similar também acontece nas roças em TPI, mas o uso de pousio dá uma dinâmica diferente, pois a diversidade vegetal não é controlada somente pelo agricultor.

A herança biológica e a herança cultural

A abordagem etnobotânica geralmente considera o efeito das populações humanas sobre a distribuição geográfica de plantas úteis e a domesticação de algumas delas (Balée, 1994, 1998; Clement et al., 2003, 2005). No entanto, provavelmente muito antes do aparecimento da horticultura na Amazônia, os paleo-índios já disseminavam sementes de diversas plantas úteis, seja de forma passiva (no interior do trato digestivo) seja de forma ativa quando recolheram frutos e sementes de uma região e os transportaram a outras regiões (Guix, 2005).

As sementes grandes cobertas por polpas carnosas (megafrutos) provavelmente eram disseminadas originalmente por uma fauna hoje extinta que habitou a América do Sul até o final do Pleistoceno

(Janzen & Martin, 1982; Hallwachs, 1986). Entre esta megafauna pleistocênica abundavam mastodontes, litopternos, notoungulados e preguiças gigantes (Rossetti et al., 2004). Ao ocupar a Amazônia os paleo-índios “herdaram” as espécies que produzem estes frutos e suas sementes como um recurso alimentar abundante e de alta qualidade nutricional.

Desde há pelo menos 12.000 anos, os povos amazônicos têm disseminado sementes de palmeiras (ex: macaúba, tucumã, jauari, inajá, babaçu, pupunha, buriti, patauí) ao longo de grandes distâncias, usando tanto os sistemas fluviais como caminhos na terra firme entre as cabeceiras. É possível que os paleo-índios tenham transportado sementes entre as bacias do Negro e do Orinoco (Guix, 2006). Morcote-Rios & Bernal (2001) acreditam que a distribuição de macaúba, que vai do Cerrado brasileiro ao México, ocorreu desta forma.

Os índios descartam sementes de palmeiras e de outras espécies de plantas, trazidas de outros lugares, ao redor dos seus assentamentos. De fato, não só descartam sementes de tamanhos médio e grande, mas também defecam sementes menores inteiras e em condições de germinar, como é o caso de diversas espécies de mirtáceas do gênero *Psidium* (Guix, 1996). O descarte ocorre justamente nos acúmulos de cinzas, matéria orgânica etc., que dão origem à TPI a partir do Holoceno médio. No caso dos assentamentos sedentários, o transporte continuado de sementes pode produzir concentrações de plantas úteis. É possível, pois, que o processo de domesticação de determinadas espécies de plantas pelos povos amazônicos tenha se iniciado a partir destas concentrações de plantas, como sugerido por Lathrap (1977), citando Anderson (1952), e analisado por Clement et al. (2003) em termos de TPI.

Atualmente é possível detectar antigos assentamentos indígenas por meio das concentrações de palmeiras e outras plantas úteis (Balée, 1989; Clement et al., 2003). Dessa forma, em diversas regiões da Amazônia cobertas por florestas de terra firme, como o Médio Rio Negro, é possível encontrar concentrações de plantas associadas à TPI. Concretamente, a zona de confluência dos rios Negro, Caurés, Branco, Jauaperi e Unini poderia ter funcionado como uma importante área de intercâmbio de espécies de plantas procedentes de regiões longínquas antes da chegada dos primeiros europeus (Guix, 2005). No entanto, considerando o papel biológico que os povos indígenas exerceram durante milhares de anos, é de se esperar que nem todas as áreas onde existem concentrações antropogênicas de plantas tenham TPI, especialmente no caso dos assentamentos indígenas itinerantes surgidos após a entrada dos europeus na Amazônia.

Recentemente, em florestas de terra firme, situadas na confluência dos rios Negro e Caurés, foram localizadas concentrações de plantas (tanto de espécies, em alguns casos, como de indivíduos), em áreas com TPI, e abundantes acúmulos de restos de cerâmica (Guix, 2005), provavelmente originários de sucessivos assentamentos indígenas num mesmo lugar. Também foram encontradas concentrações de plantas em áreas sem TPI próximas, mas que uma análise mais acurada poderia identificar como TM. Nesta e em outras regiões da Amazônia é preciso lembrar o papel dos caboclos como disseminadores de sementes de espécies autóctonas e alóctonas nos últimos 200 anos.

Direções para a Pesquisa

É evidente que o número de estudos sobre a diversidade vegetal em solos antrópicos ainda é muito pequeno, o que limita nossas possibilidades de detectar padrões e tendências. Acreditamos que se etnobotânicos trabalhando na Amazônia providenciassem análises do solo de suas parcelas, o número de estudos relevantes poderia ampliar mais rapidamente, pois a maioria dos pomares caseiros na região está localizada em TPI ou está transformando-se em TP ou TM via práticas comuns de manejo desses pomares.

Estudos sobre a composição, diversidade e similaridade florística entre os diversos sítios de TPI e TM na Amazônia são essenciais, sempre relacionando-os com os sítios e as florestas adjacentes em solos não antrópicos.