A MORTE CATASTRÓFICA DE ÁRVORES POR INUNDAÇÃO NA ILHA DO CAREIRO DA VÁRZEA-AM

David Franklin da Silva Guimarães [1]
Suzy Cristina Pedroza da Silva[2]
Mônica Alves de Vasconcelos [3]
Gabrielle Sant'Anna Mendes [4]
Henrique dos Santos Pereira[5]

Resumo: Esse artigo teve como objetivo investigar a percepção de moradores das margens do rio Amazonas e as mudanças na paisagem associadas a eventos hidrológicos extremos, na forma de incidência anormal de mortandade de indivíduos arbóreos estabelecidos. Os dados foram obtidos mediante observações e questionários semiestruturadas aplicados no Distrito de Terra Nova, Careiro da Várzea, Amazonas, bem como utilização de sensoriamento remoto para analisar a dinâmica da paisagem na região. A maioria absoluta dos moradores afirmou que a mortandade catastrófica de árvores teve início após a enchente de 2009, indicando que fenômeno está associado ao impacto da inundação anormal e não de secas. Manga (Mangifera indica) e goiaba (Psidium guajava) foram as espécies relatadas como a mais afetadas. A dinâmica de paisagem comprovou a perda de espécies frutíferas na região, bem como a intensificação do fenômeno de terras caídas na região.

Palavras-Chave: eventos extremos, resiliência, cheia, várzea.

Abstract: This article is aimed to investigate the perception of riverside residents from the Amazon about changes in the landscape associated with extreme hydrological events, in the form of abnormal incidence of mortality of established tree individuals. The data were obtained through observations and semistructured questionnaires applied in the Districts of Terra Nova, Careiro da Várzea, Amazonas, as well as using remote sensing to analyze the landscape dynamics in the region. An absolute majority of villagers said that catastrophic tree mortality had started after the 2009 flood, indicating that the phenomenon is associated with the impact of abnormal flooding rather than drought. Mango (Mangifera indica) and guava (Psidium guajava) were the species reported as the most affected. The landscape dynamics has proven the fruit species loss

[1] Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPGCASA, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil, davidguimaraes@ufam.edu.br;
[2] Doutora em Geociências Aplicadas pela Universidade de Brasília – UnB, Professora Visitante do Programa de Pós-Graduação em Geociências – PPGEO, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil, suzyycris@gmail.com;
[3] Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - PPGCASA, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil, monica.engbio@gmail.com;
[4] Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia - PPGCASA, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil, santana_mendes@hotmail.com;
[5] PhD em Ecologia pela *Pennsylvania State University*, Professor titular do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia – PPGCASA, Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Manaus, Amazonas, Brasil, henrique.pereira.ufam3@gmail.com;

in the region, as well as the intensification of the phenomenon of fallen earth in the region.

Keywords: extreme events, resilience, flood, floodplain.

INTRODUÇÃO

As florestas de várzea são conhecidas por apresentar um claro "zoneamento" paralelo ao eixo principal do rio. As árvores mais distantes da margem principal do rio são cada vez menos adaptadas para longos períodos de inundação.

Para GLOOR et al. (2015), um aumento incomum no pico do pulso de inundação pode aumentar a mortalidade de algumas espécies de árvores, podendo causar um declínio na riqueza florística, uma vez que, algumas comunidades florestais podem não ser capazes de acompanhar o ritmo dessas mudanças (WITTMANN et al., 2004) perdendo assim sua capacidade de adaptação e resiliência nesse ambiente.

Para a Amazônia, os eventos extremos trouxeram impactos locais de ordem social, econômica, ambiental, ecológica e política (MARENGO et al., 2013). Os eventos hidrológicos extremos registrados na bacia Amazônica desde o ano de 2005 têm provocado alterações na paisagem que vêm causando impactos nos sistemas socioecológicos ribeirinhos.

No componente arbóreo desse sistema, as cheias e vazantes extremas trouxeram forte impacto em relação à mortalidade de árvores, principalmente as frutíferas ao redor das moradias. A partir da enchente de 2009, muitas árvores morreram, goiabeira (*Psidium guajava)*, cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), cajueiro (*Anacardium occidentale L)*, cacaueiro (*Theobroma cacao*) e principalmente as mangueiras (*Mangifera indica),* conhecidas na ilha por sua exuberância de cobertura vegetal e importante elemento na agricultura familiar, quanto, a sua comercialização e rentabilidade econômica.

De acordo com Bezerra (2016), muitos moradores da várzea, que coletam frutas para comercialização, foram fortemente afetados pelas cheias de 2009, 2012, 2013, 2014 e 2015, pois deixaram de exercer essa atividade econômica importante. A combinação de vazante extrema e estiagem em 2015 também causou a morte e empobrecimento de árvores do tipo oiraneiras (*Salix matiana*), na comunidade de São Francisco, uma espécie nativa, pioneira, primeira a ocupar as áreas mais baixas

David Franklin da Silva Guimarães' Suzy Cristina Pedroza da Silva, Mônica Alves de Vasconcelo, Gabrielle Sant'Anna Mendes, Henrique dos Santos Pereira

(OLIVEIRA e PIEDADE, 2002).

As mortes de árvores em consequência desses extremos ocorrem pelo fato de ficarem muito tempo submersas tendo que sobreviver com oxigênio reduzido ou pela falta do mesmo (LOPES e PIEDADE, 2015). Apesar de desenvolverem diferentes estratégias de adaptação, a inundação demorada do solo causou a morte das espécies que não conseguiram responder as mudanças no ambiente.

Simão (2017) analisou a mortalidade de árvores de cacau devido à cheia extrema de 2014 no rio Madeira, por meio de mensuração florestal e observou a influência da cheia no aumento da taxa de mortalidade dos indivíduos.

O conhecimento da taxa de mortalidade das árvores que compõem a estrutura da floresta é imprescindível para o entendimento desses sistemas ecológicos visto que tais taxas indicam uma importante função do sistema (ROSSI et al., 2007). Segundo Carey et al. (1994), conhecer as taxas de mortalidade ajudam na detecção das pressões nos ecossistemas causadas por distúrbios antropogênicos ou naturais.

Entre os componentes de estimativas de crescimento de população de árvores, a taxa de mortalidade é um dos menos compreendidos e, embora as pesquisas ecológicas desse processo estejam avançadas no âmbito quantitativo, as pesquisas qualitativas continuam incipientes (HAMILTON JR., 1986; YANG et al., 2003).

A mortalidade das árvores pode ser classifica como não-catastrófica (regular) e catastrófica (irregular), a mortalidade não-catastrófica segue o desenvolvimento normal de um povoamento, já a mortalidade catastrófica é o resultado de distúrbios em massa, geralmente imprevisíveis, como incêndios, tempestades, ventos, epidemias de doenças e ataques de insetos (LEE 1971; STAGE 1973; MONSERUD 1976 apud HANN, 1980), e nesse caso por eventos hidrológicos extremos.

Tentar quantificar e qualificar os impactos causados nos sistemas socioecológicos causados pelos eventos extremos hidrológicos na Amazônia reveste-se de grande relevância para o entendimento dos atuais problemas ambientais que afetam grandemente o cotidiano das populações ribeirinhas.

Uma abordagem para avaliação desses impactos seria o estudo da percepção ambiental dos moradores de áreas atingidas por esses eventos. Neste sentido, a percepção ambiental é definida como a maneira pela qual o homem sente e compreende o ambiente e desta forma interpreta o mundo (UNESCO, 1997).

O objetivo deste estudo foi analisar a partir de entrevistas, relatos orais e

observação de campo a percepção ambiental dos moradores da ilha do Careiro da Várzea, no Amazonas, sobre a mortandade catastrófica das árvores, especialmente das mangueiras, causada por eventos hidrológicos extremos na Amazônia Central.

MATERIAL E MÉTODOS

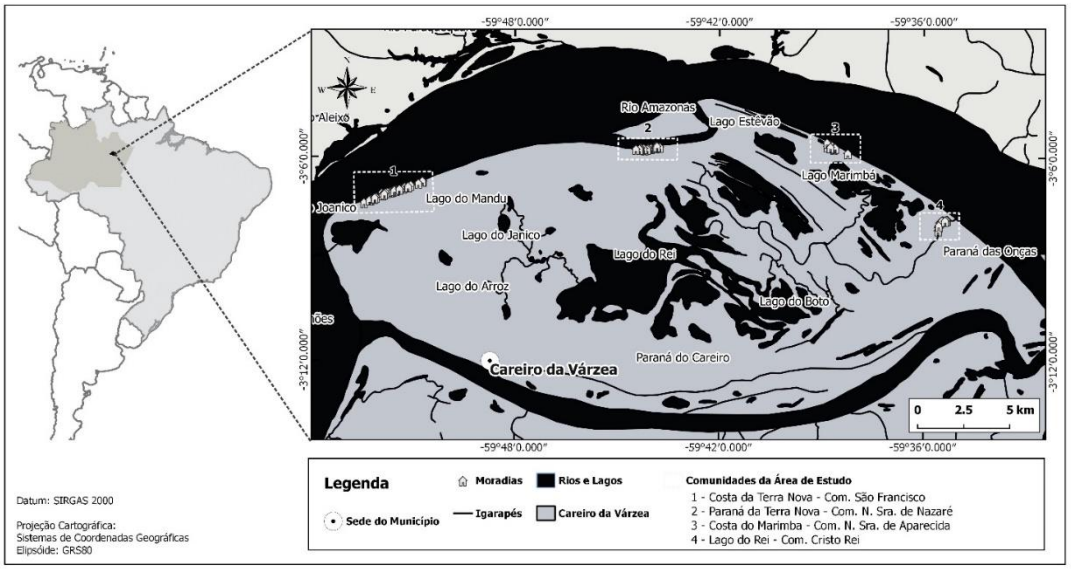
Área do estudo

Na ilha do Careiro, o estudo foi realizado no distrito de Terra Nova. Esse local é um dos 10 distritos que formam o município de Careiro da Várzea (Lei orgânica municipal, Resolução Legislativa Nº 011/89, de 23 de outubro de 1989). Este lugar é formado pelas localidades do Rebojo, Costa de Terra Nova, Paraná de Terra Nova, Costa do Marimba e Lago do Rei. Trata-se de uma área de várzea densamente ocupada, onde cada localidade compreende um determinado número de comunidades.

As comunidades estudadas foram Comunidade São Francisco, na localidade da Costa de Terra Nova; Comunidade Nossa Senhora de Nazaré, na localidade no Paraná de Terra Nova; Comunidade Nossa Senhora Aparecida, na Costa do Marimba e comunidade Cristo Rei, no Lago do Rei, que estão localizadas nas várzeas do rio Amazonas, próximas a cidade de Manaus-AM (Figura 1).

As comunidades pesquisadas apresentam diferentes perfis topográficos e geomorfológicos, pois durantes os períodos de cheias dos rios percebem-se que a inundação das terras se dá de forma diferenciada, e durante as vazantes do rio apresentam cenários diferentes como a formação de praias, surgimento de barrancos e o estreitamento do curso de água nos igarapés.

Figura 5: Mapa da Ilha do Careiro e o Distrito de Terra Nova, Careiro da Várzea/AM.



Fonte: Autores, 2018.

Percepção da morte de árvores

A pesquisa foi realizada com moradores das comunidades, homens e mulheres maiores de 18 anos que desenvolvem diversas atividades. São agricultores, pescadores, aposentados, professores, agentes de saúde, extrativistas, carpinteiros e pecuaristas que habitam e cultivam esse universo da várzea amazônica.

As entrevistas foram conduzidas com o indivíduo que se autodeclarou como chefe da unidade doméstica. O estudo foi realizado no período de 2015 a 2017, com excursões a campo, e contou com a utilização da metodologia baseada no discurso do sujeito, utilizando instrumentos de pesquisa como a história oral, formulários e entrevistas individuais com roteiro semiestruturados.

Nesse tipo de abordagem, o pesquisador tem liberdade para direcionar a situação da melhor forma para a obtenção dos dados (GIL, 2002, p. 52). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética, da Universidade Federal do Amazonas, sob CAAE n.º 56216516.4.0000.5020, atendendo as determinações da Res. 466/2012.

A amostra da pesquisa foi de 124 moradores distribuídos entre as quatro comunidades que somam cerca de 310 famílias. Na Comunidade São Francisco na Costa da Terra Nova foram entrevistadas 30% (n=39) das famílias, na Comunidade N. Sra. De Nazaré no Paraná da Terra Nova 37,5% (n=30), na Comunidade N. Sra. de Aparecida na Costa do Marimba 57,1% (n=40) e na Comunidade Cristo Rei, no Lago

do Rei 50% (n=15) das famílias.

O estudo utilizou uma abordagem a partir da percepção ambiental, no qual os moradores foram instados a declarar se haviam percebido a morte anormal de árvores em sua propriedade ou posse e, em caso positivo, desde quando tal fenômeno foi ou vinha sendo observado. Também foi solicitado que indicassem as espécies arbóreas que apresentaram essa condição e a que atribuíam tal mortandade anormal. Para referências históricas da cobertura vegetal, recorreu-se à revisão de literatura especializada.

Dinâmica da paisagem

Para análise da dinâmica da paisagem foi realizada uma comparação entre o mapeamento da Ilha do Careiro, realizado entre os anos de 1986-1989 por Bahri (1993), com uma classificação digital supervisionada de uma cena da imagem de satélite landsat do sensor OLI, na mesma área, no ano de 2015 (Figura 2).

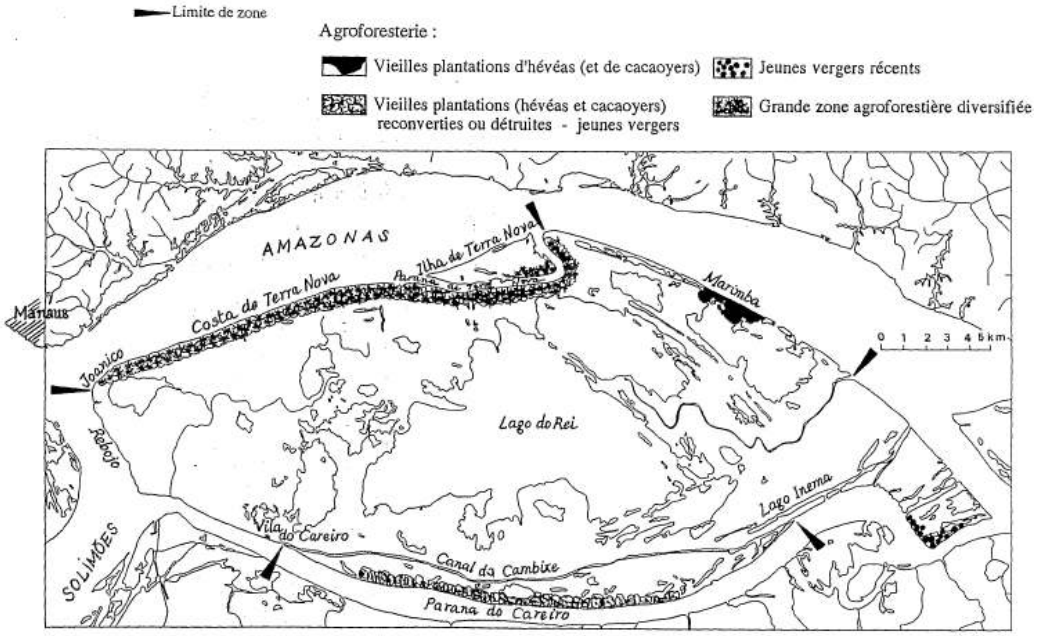


Figura 2: Ilha do Careiro: Grandes zonas agrícolas e Sistemas Agroflorestais (1986-1989).

Fonte: Bahri, 1993.

Para diminuir a incerteza no posicionamento geográfico e melhorar a precisão de dados foi utilizado o Sistema de Informações Geográficas, sendo realizada a correção geométrica mapeamento da Ilha do Careiro (1986-1989), a partir de 15 pontos de controle e transformação polinomial (ALMEIDA et al, 2012), com uma imagem de

satélite já georrefenciada do ano de 2015, utilizando a projeção de coordenadas geográficas, Datum WGS84, que, posteriormente foi reprojetada para o Datum SIRGAS 2000, no software livre QGIS Desktop 2.16.1.

O mapeamento de Bahri (1993) retrata as zonas agrícolas e agroflorestais da Ilha do Careiro, de trabalhos de campo realizado entre os anos de 1986 a 1989. Para Shimizu e Fuse (2003) e Gregory e Healey (2007), os mapeamentos antigos são documentos importante pois apresentam elementos espaciais no tempo em que foram construídos, que tiveram relevância histórica e na sua própria paisagem, permitindo a análise de padrões e distribuições espaciais e o uso de camadas em sua base de dados, o que facilita a integração de mapas de diferentes datas.

A classificação digital supervisionada da imagem de satélite landsat do ano de 2015 foi realizado com a seleção de áreas de treinamento (MENESES e SANO, 2012), que corresponderam às classes (água, floresta, solo exposto, praia, área de pastagem, área alagadas, áreas antropizadas, igapó, nuvem e sombra de nuvem) a partir do método da Máxima Verossimilhança (VIEIRA, 1996) com a das bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 9 e em seguida foi realizado o recorte da paisagem para a Ilha do Careiro.

Nesta análise utilizou-se apenas alguns elementos da paisagem que estavam representadas no mapeamento de Bahri (1993), como as plantações antigas (destruídas), jovens pomares e plantações antigas, a fim de fazer um comparativo com classificação supervisionada de 2015. E utilizou-se também apenas os três lagos mais importantes, citados pelos moradores nas comunidades (lago do Joanico, lago do Rei e lago do Marimba).

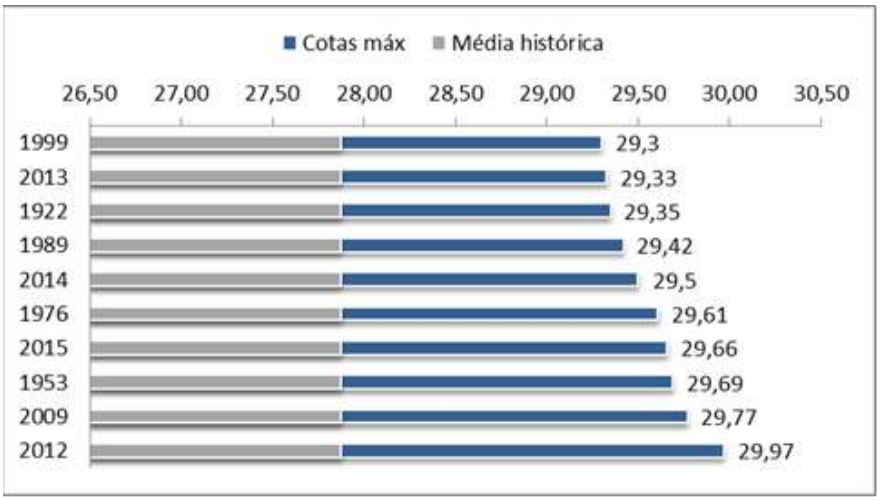
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à mudança climática global, o padrão sazonal dos rios da Amazônia vem sendo alterado por meio dos eventos hidrológicos extremos e com isso impactando a vida das populações (MARENGO et al., 2008).

Mesmo na incerteza do comportamento dos extremos cheias e vazantes prolongadas e frequentes, seus impactos se concentram na biodiversidade em relação a falta de alimentos para os moradores que utilizam tradicionalmente as florestas como recurso natural e no comprometimento de suas atividades como agricultura, a pesca, na área de saúde e educação, dificuldades no deslocamento das pessoas por via fluvial e a escassez de água potável (MARENGO, 2013). Este padrão é observado nas cotas dos

dez maiores eventos hidrológicos extremos de cheia, registrados no rio Negro em Manaus (Figura 3).

Figura 3: Os dez maiores eventos extremos fluviais de cheia registrados no Rio Negro em Manaus.



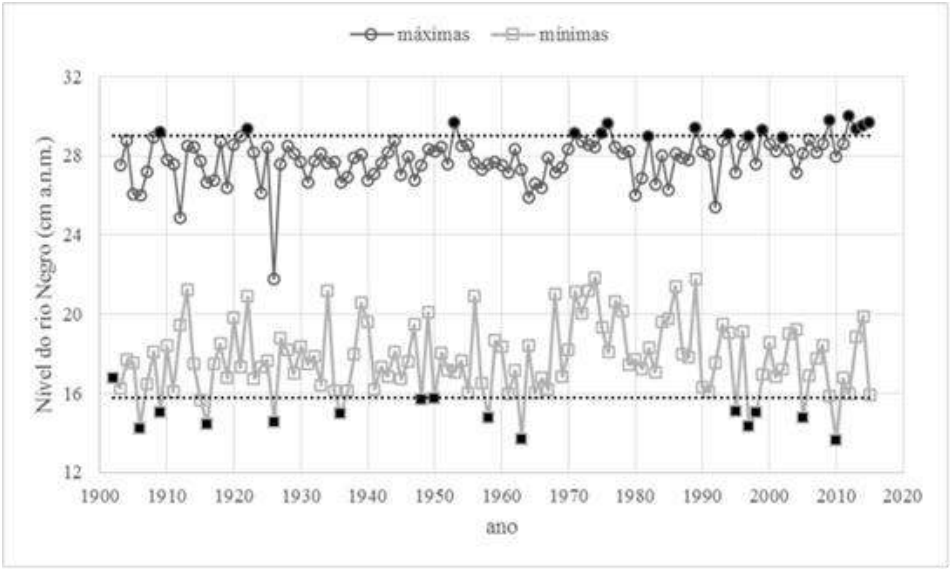
Fonte: Agencia Nacional de Águas, 2017.

Nesse cenário, a enchente de 2009 foi maior em relação à de 1953, em um intervalo de tempo muito curto a cheia de 2012 que foi recorde na Amazônia, assim como as vazantes de 2005 e 2010 que estão entre as cotas mais baixas registradas durante os últimos 40 anos trouxeram grandes prejuízos para as populações ribeirinhas (Figura 4).

Esses extremos comprometem não só as principais atividades humanas como pesca e agricultura, mais os ecossistemas que apresentam grande potencialidade natural (MARENGO**;** ESPINOZA, 2015). Para BARROS e ALBERNAZ (2013) a várzea tem como função ser lugar de abrigo, alimentação, reprodução e viveiro para variedades de espécies.

No entanto essas variedades de espécies podem perder a capacidade de viver devido a variabilidade climática, pois dependem de diversos fatores, entre eles os regimes hidrológicos regulares, que contribuem para sua sobrevivência.

Figura 4: Cotas máximas e mínimas anuais do rio Negro no porto de Manaus (marcadores preenchidos acima ou abaixo das linhas pontilhadas indicam anos de eventos extremos). Anos de eventos extremos foram identificados quando a cota máxima ultrapassa valor igual a média mais um desvio padrão para cheias (cota máxima > 29,0 m.a.n.m.) ou a média menos um desvio padrão para as vazantes (cota<15,8 m.a.n.m).



Fonte: Autores, 2018.

Quando as várzeas estão alagadas, é frequente a baixa concentração de oxigênio no solo (hipoxia), ou a sua ausência (anoxia) (PAROLIN et al., 2004), assim, cheias mais intensas e prolongadas podem agravar o estado de hipóxia causando stress além do limite de tolerância de algumas espécies (VISSER et al., 2003).

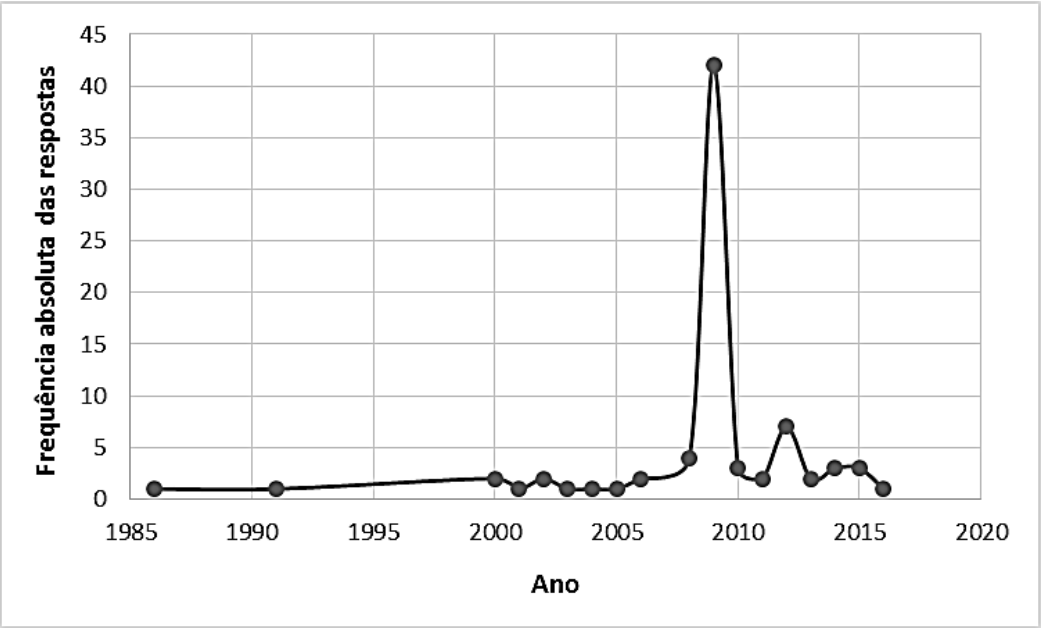
A percepção acerca morte catastrófica de árvores na ilha do careiro

Considerando os eventos hidrológicos extremos na Amazônia na última década a questão inicial para a discussão deste trabalho foi se o morador percebeu morte de árvores em consequência ao ritmo das águas, ou seja, a sazonalidade de subida e descida do rio. Do total, a maioria 86,3% (n=107) dos entrevistados respondeu que sim, ou seja, que observou a morte de árvores; 11,3% (n=14) disseram não ocorrer a morte de árvores em decorrência do ritmo das águas, enquanto 2,4% (n=3) não soube responder à questão.

A questão seguinte foi a respeito do ano que os entrevistados começaram a observar a morte dessas árvores. Do total dos moradores que responderam sim, para a questão anterior, 107 entrevistados, apenas 63,7% (n=79) indicaram o ano referente à morte das árvores. A maioria dos moradores (53,2%; n=42) relatou o ano de 2009 como ano em que passou a observar a morte catastrófica das árvores em sua posse ou

propriedade (Figura 5).

Figura 5: Frequência de resposta quanto ao ano de início da mortandade de árvores em razão de cheias extremas segundo moradores da ilha do Careiro, em 2016.



Fonte: Autores, 2018.

Os anos de 2009, 2012, 2014 e 2015 foram os mais citados pelos moradores (Figura 5) e correspondem exatamente às maiores cheias já registradas. A Manga (*Mangifera indica*) foi a espécie arbórea cultivada com maiores frequências de registro de mortalidade em três das localidades investigadas (Figura 6).

O Lago do Rei por ser a localidade de cotas mais baixas não apresenta registro da espécie. Goiaba (*Psidium guajava*) foi a única espécie que foi citada nas quatro localidades, talvez por ser uma espécie capaz de crescer em uma faixa mais ampla de cotas.

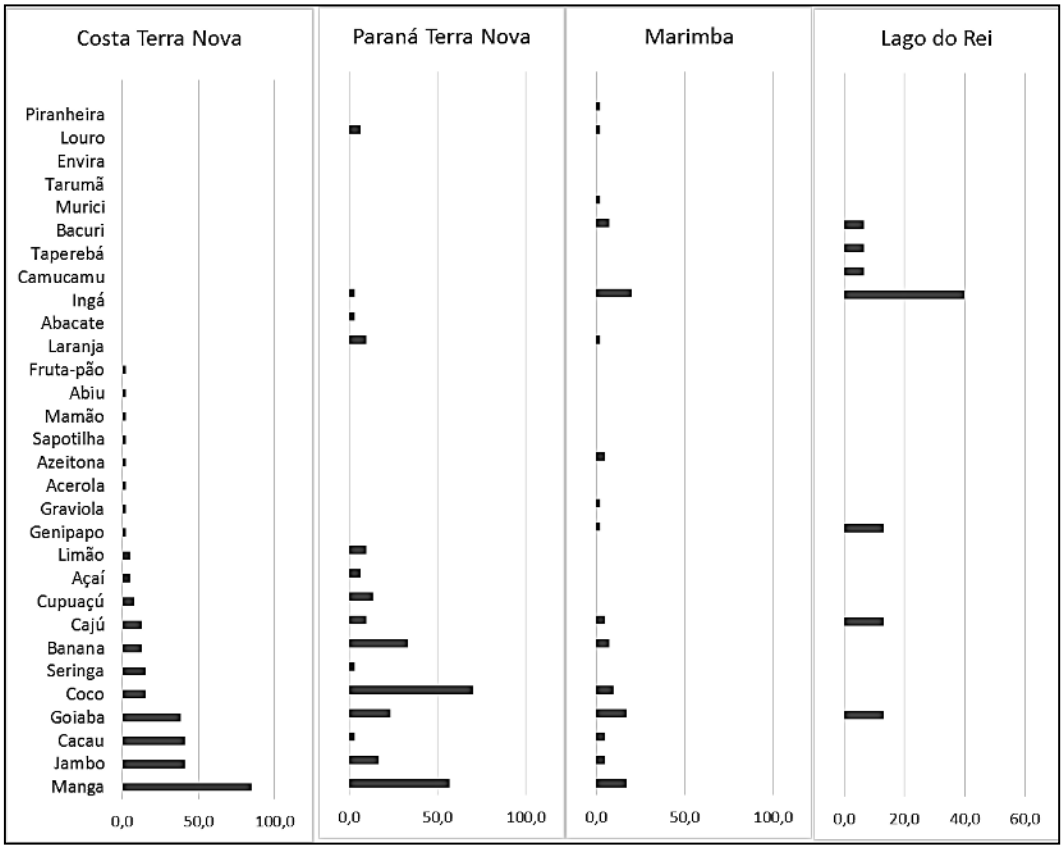
Houve registro de mortalidade de Seringa (*Hevea* sp.) e cacau (*Theobroma cacao*), componente dos Sistemas Agroflorestais Tradicionais (SAFs), nas localidades da Costa e do Paraná da Terra Nova, o que confirma o que fora observado por Guillaumet et al. (1990) sobre a presença e importância dessas espécies. Ao todo, 30 diferentes espécies foram relatadas como afetadas pelas cheias.

Vale ressaltar, ainda, o caso dos registro de mortalidade do Camu-camu (*Myrciaria dubia*) que é uma espécie silvestre com forma de arbusto que ocupa cotas muito baixas, portanto, a priori bem adaptada a maiores períodos de inundação.

A mortandade dessa diversidade de espécies tem ligação direta com a falta de tolerância das mesmas ao período de alagamento. As trocas gasosas que ocorrem pelo processo de abertura e fechamento de estômatos constituem fatores ecofisiológicos essenciais para a sobrevivência das plantas (DA SILVA, 2017).

Para Gonçalves e Bastos (2012), em espécies vegetais da Amazônia o alagamento promove redução da taxa de assimilação de carbono pelas plantas, por induzir o fechamento de estômatos e prejudicar a própria fotossíntese.

Figura 6: Frequência do registro de espécies não resistentes às cheias extremas nas propriedades rurais familiares de comunidades da ilha do Careiro (Amazonas).



Fonte: Autores, 2018.

A diversidade florística da lista de registros de espécies afetadas em cada localidade pode ser considerada como uma caracterização das componentes arbóreas dos sistemas agroflorestais das localidades.

Foi possível notar que a riqueza (número de espécies citadas) é maior na Costa (19 espécies) e no Paraná da Terra Nova (15 espécies), localidades com cotas mais elevadas e, portanto, mais favoráveis ao cultivo de espécies arbóreas. A região do Marimba, com cotas mais variáveis, apresenta um elevado número de espécies (16

espécies), isso pode estar relacionado com a presença de remanescentes de antigos SAFs de cacau e seringa (Figura 6).

Ainda que em reduzida frequência, pelo menos seis espécies ou grupos de espécies silvestres nativas das florestas inundáveis foram citadas pelos moradores como tendo sofrido mortalidade catastrófica devido às enchentes anormais: Piranheira (*Piranhea trifoliata*), Louro (fam. laurácea, diversas sp.), Envira (fam. anonácea, diversas sp.), Tarumã (*Vitex cymosa*), Murici (*Birsonima* sp.) e Bacuri (*Rheedia* sp.).

A citação de espécies nativas da floresta inundável demonstra que o stress das enchentes extremas é capaz de afetar não apenas as espécies exóticas cultivadas, mas também espécies naturalmente selecionadas no ambiente de várzea.

Populações amazônicas desenvolvem como atividades econômicas e de subsistência a agricultura, o extrativismo, a atividade criatória e a pesca, ou seja, uma polivalência de atividades que lhes permite explorar simultânea ou alternadamente os diferentes ambientes dos ecossistemas regionais (STERNBERG, 1998; PEREIRA, 2007; WITKOSKI, 2010).

As porções denominadas de várzea alta correspondem a áreas de cotas mais elevadas e com períodos de inundação menores que 40 dias ao ano, assim, apresentam o potencial para o desenvolvimento de cobertura vegetal de porte florestal (FERREIRA-FERREIRA, 2014). Por isso, essas áreas são as preferidas para a construção das moradias (HIRAOKA, 1985) e para o cultivo de espécies perenes domesticadas.

No entanto, em virtude dos eventos hidrológicos extremos, a vegetação florestal existente nessas áreas pode ser afetada tornando-se vulnerável aos efeitos deletérios da inundação prolongada, o que foi percebido pelos moradores da ilha do Careiro, no distrito da Terra Nova.

Dinâmica de paisagem na ilha do careiro

A Ilha do Careiro por ser uma área com diferentes superfícies topográficas experimenta os diferentes níveis de alagação, onde há áreas que alagam mais e por isso a cheia é mais demorada, por exemplo, a Comunidade Cristo Rei e outras que alagam menos, sendo que a cheia demora menos, como a, Comunidade Nossa Senhora de Nazaré (NASCIMENTO, 2017), isso define também os locais para as práticas agrícolas e a manutenção de áreas de árvores frutíferas.

A Ilha do Careiro de acordo com Guillaumet et al. (1993) possui uma complexa imbricação de ambientes em constante mudança, nos quais o homem soube criar sistemas agrícolas eficazes, adaptados às pressões sócio-econômicas externas. A maioria das atividades agrícolas praticadas na Ilha concentra-se nas margens dos rios e dos lagos, com maior concentração nas áreas que não sofrem inundação.

Ao norte, desde a ponta ocidental do lago Joanico até a jusante da Ilha de Terra Nova, toda a costa é habitada e suas praticas agrícolas são feitas nas áreas mais elevadas do terreno, a partir do conhecimento empírico do ciclo das cheias do rio pelos habitantes locais. Os autores faziam mensão de que a escolhas para realizar essas práticas agrícolas, levavam em consideração também os eventos imprevistos ou "eventos extremos" de cheias inesperadas.

Nessa região também se encontrava o pomar, que reunia uma grande diversidade de espécies, principalmente árvores frutíferas, tanto indígenas, quanto introduzidas, com destaque para *Mangifera indica* e *Theobroma cacao*, e outras exclusivas de comercialização, como a *Hevea brasiliensis* para produção do látex. Esses pomares situavam-se em terrenos mais altos, a fim de resistirem às inundações médias ou mesmo das cheias excepcionais (GUILLAUMET et al. 1990).

No mapeamento de 1986-1989, o elemento mais marcante, na Ilha do Careiro eram os Sistemas Agroflorestais, que se localizam-se ao longo do que conhecemos hoje, como Distrito da Terra Nova, na frente das comunidades da Costa da Terra Nova e do Paraná da Terra Nova. Esses sistemas naquela época tinham pelo menos 18km² e em 2015 esses sistemas somaram 8,5km².

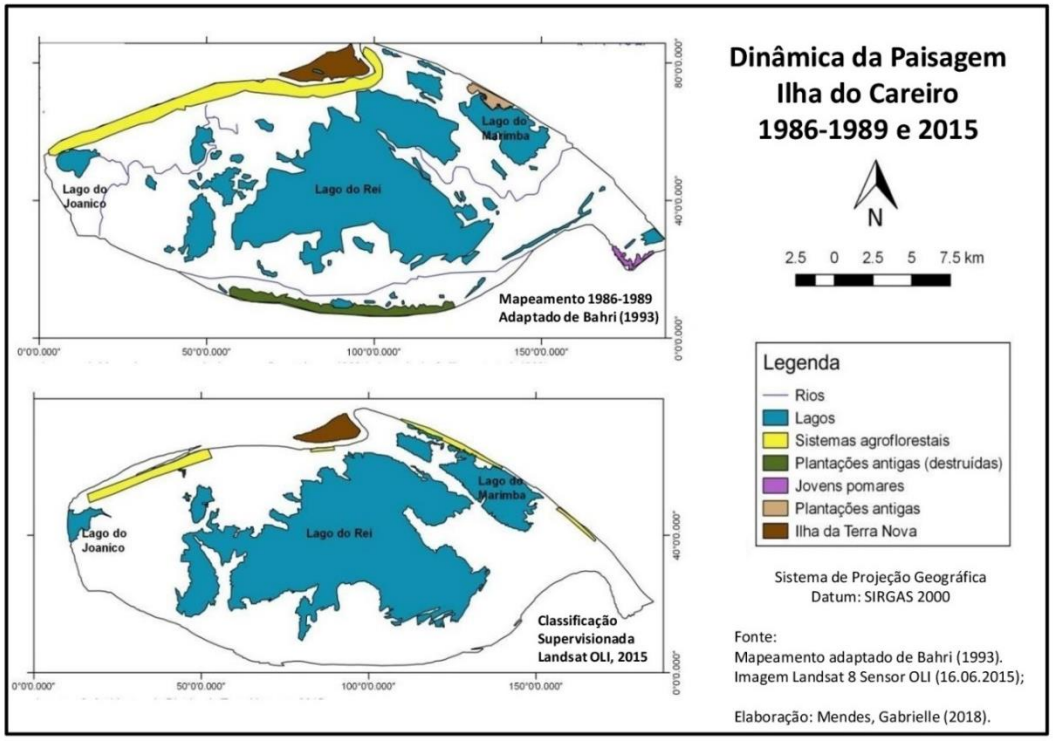
De acordo com Bahri (1993), estes pomares aparecem como uma conversão de antigas de plantações de seringueiras e cacaueiros e no interior da ilha, o pomar é formado por goiabeiras, açaizeiros, genipapeiros, ingazeiras, que suportam uma submersão de curto período.

De acordo com Nascimento (2017), nos últimos anos, as vazantes (2005 e 2010) e cheias severas (2009 a 2015) tiveram um papel importante nas modificações da paisagem do Distrito de Terra Nova, entre as mudanças observadas estão as mortes de árvores frutíferas e os fenômenos de terras caídas que tem se tornado maiores e mais frequentes.

A Ilha da Terra Nova coberta por uma vegetação de mata secundária e árvores frutíferas teve uma perda de pelo menos 2,3km² suprimidos ao longo desses anos. No

ano de 2015, o lago do Rei alagou uma área cerca de 34km², maior que em 1986-1989, o lago do Marimba expandiu cerca de 4km² em comparação ao mapeamento de Bahri (1993). No entanto, o lago do Joanico diminui em torno 0,3km². A Ilha do Careiro sofreu ao longo desses quase 30 anos uma perda de pelo menos 3,3km² de sua extensão territorial (Figura 7).

Figura 7: Dinâmica da paisagem no período de 1986-1989 e 2015, na Ilha do Careiro.



Fonte: Autores, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Eventos hidrológicos extremos são fatores capazes de provocar significativas e perceptíveis mudanças na paisagem das planícies de inundação dos rios da Amazônia, produzindo impactos negativos nas atividades produtivas e de subsistência das populações humanas que residem e exploram esses ecossistemas.

A maioria dos agricultores do Careiro da Várzea considera que a enchente anormal registrada no ano de 2009 foi o evento mais significativo no desencadeamento da mortandade catastrófica de espécies arbóreas. Pelo menos 30 diferentes espécies arbóreas cultivadas em sistemas agroflorestais ou silvestres nativas da floresta inundável foram afetadas pelos eventos climáticos.

Pelos relatos dos moradores do Distrito de Terra Nova foi possível desvelar que várias espécies vegetais, com destaque para a mangueira (*Mangifera indica*), não estão conseguindo tolerar as condições impostas pelos eventos hidrológicos extremos. Mesmo espécies nativas tolerantes as condições hídricas das regiões de várzea começam a definhar frente a maior frequência e intensidade das cheias.

A partir da utilização de processamento de imagens de satélite associada aos sistemas de informação geográfica foi possível constatar espacialmente, a dinâmica da paisagem, quanto à morte das árvores, principalmente das frutíferas, ao longos dos últimos anos.

Há pelo menos 30 anos, existiam na Costa da Terra Nova, uma faixa contínua de Sistemas Agroflorestais, ricos em cacaueiros, seringueiras e mangueiras e atualmente esse sistema não existe mais. Os poucos indivíduos arbóreos que resistiram no passado vêm sofrendo com as cheias em períodos maiores e/ou elevado nível de água, principalmente nos últimos 10 anos de eventos extremos na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, T. et al. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** Brasília, DF: Universidade de Brasília– CNPq. Disponível em:< http://www. cnpq. br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9fb82a-e9693e4f69d8> Acesso em, v. 11, 2012.

BAHRI SYLVIA. (1993). L'agroforesterie, une alternative pour le développement de la plaine alluviale de l'Amazone : l'exemple de l'île de Careiro. Paris: ORSTOM, (103), 298 p. (Travaux et Documents Microfichés; 103). **Th. Physiol. et Biol. des Organismes et des Populations, Montpellier** 2. 1992/10/27. ISBN 2-7099-1162-0

BARROS, D. F. A.e ALBERNAZ, A. L. M. Possible impacts of climate change on wetlands and its biota in the Brazilian Amazon. Braz. **J. Biol.,** 2014, vol. 74, no. 4, p. 810-820.

CAREY, E. V.; BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Tree mortality in mature lowland tropical moist and tropical lower montane moist forests of Venezuela. **Biotropica,** v. 26, n. 3, p. 255-265, 1994.

DA SILVA, R. C.; DE OLIVEIRA, P. C. (2017). Ecofisiologia de espécies arbóreas de interesse à piscultura em várzea Amazônica. **Ambiente y Sostenibilidad**, 17-23.

FERREIRA-FERREIRA, J.; SILVA, T. S. F.; STREHER, A. S.; AFFONSO, A. G.; FURTADO, F. A.; FORSBERG, B. R.; VALSECHI, J.; QUEIROZ, H. L.; NOVO, E. M. L. M. Combining ALOS/PALSAR derived vegetation structure and inundation

patterns to characterize major vegetation types in the Mamirauá Sustainable Development Reserve, Central Amazon floodplain, Brazil**. Wetlands Ecology and Management**, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLOOR, M.; BARICHIVICH, J.; ZIV G.; BRIENEN, R.; SCHÖNGART, J.; PEYLIN, P.; BARCANTE LADVOCAT CINTRA, B.; FELDPAUSCH, T.; PHILLIPS, O.; e J. BAKER, J. Recent Amazon climate as background for possible ongoing and future changes of Amazon humid forests. **Global Biogeochemical Cycles**, 29 (9). 1384 - 1399. ISSN 0886-6236. 2015. DOI: 10.1002/2014GB005080.

GONÇALVES, J. F. C.; SANTOS JUNIOR, U. M.; ARAÚJO, V. B. F.; BASTOS, R. P. Ecofisiologia de árvores da Amazônia. **Ciência e Ambiente**, v. 44, p. 100-120. 2012.

GREGORY, I. N.; HEALEY, R. G. Historical GIS: structuring, mapping and analyzing geographies of the past. **Progress in Human Geography**, 31(5):638-653, 2007.

GUILLAUMET, J.; GRENAND, P.; BAHRI, S.; GRENAND, F.; LOURD, M.; SANTOS, A.A; GELY, A. Les Jardins-Vergers Familiaux d'Amazonie Centrale: un Exemple d'utilisation de l'Espace1. **Turrialba** Vol. 40, No. 1, 1990, pp. 63-81.
GUILLAUMET, Jean-Louis. LOURD, Maurice. BAHRI, Sylvia. SANTOS, Ângelo A. dos. Os sistemas agrícolas na Ilha do Careiro. **Amazoniana**, XII (3/4): 527 - 550. 1993.

GUILLAUMET, J-L.; GRENAND, P.; BAHRI, S.; GRENAND, F.; LOURD, M.; SANTOS, A. A.; GÉLY, A. Les jardins-vergers familiaux d´Amazonie Centrale: un example d´utilisation de l´espace. **Turrialba**, v. 40, n. 1, p. 63-81, 1990.

HAMILTON Jr., D. A. A logistic model of mortality in thinned and unthinned mixed conifer stands of Northern Idaho**. Forest Science**, Bethesda, v. 32, n. 4, p. 989-1000, 1986.

HANN, D. W. **Development and evaluation of an even- and uneven-aged ponderosa pine/Arizona Fescue stand simulator.** Ogden: Forest Service/Intermountain Forest and Range Experiment Station, 1980. 95 p. (Research Paper, n. 267)

HIRAOKA, M. 1985. Floodplain farming in the Peruvian Amazon. **Geopraph Rev Jpn B**, 58(1):1-23

JUNK, W. J.; PIEDADE, T. F. **An Introduction to South American Wetland Forests:** Distribution, Definitions and General Characterization. 2010.

JUNK, W. J.; PIEDADE, T. F.; SCHONGART, J.; WITTMANN, F. 2012. A classification of major natural habitats of Amazonian white-water river floodplains (várzeas). **Wetlands Ecology Management.** 18 p.

LEE, Y. Predicting mortality for even-aged stands of lodgepole pine. **For. Chron.** 47:29-32, 1971.

David Franklin da Silva Guimarães' Suzy Cristina Pedroza da Silva, Mônica Alves de Vasconcelo, Gabrielle Sant'Anna Mendes, Henrique dos Santos Pereira

MARENGO J. A; ESPINOZA J. C. Secas sazonais extremas e inundação na Amazônia: causas, tendências e impactos. **Int. J. Climatol.** 2015.

MARENGO J.A., Nobre C.A., Tomasella J., Cardoso M.F., Oyama M.D. 2008. Hydro-Climatic and Ecological Behaviour of the Drought of Amazonia in 2005. **Philosophical Transactions of The Royal Society,** 363:1773-1778.

MARENGO, J. A.; BORMA, L. S.; RODRIGUEZ, D. A.; PINHO, P.; SOARES, W. R.; ALVES, L. M. 2013. Recent extremes of drought and flooding in Amazonia: vulnerabilities and human adaptation. **American Journal of Climate Change**. 2, 87 – 96.

MENESES, Paulo Roberto. SANO, Edson Eyji. Classificação pixel a pixel de imagens. In: MENESES, Paulo Roberto. ALMEIDA, Tati de (Organizadores). **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto.** UNB. Brasília, 2012.

MONSERUD, R. A. Simulation of forest tree mortality. **For. Sci.** 22:438-444, 1976.

NASCIMENTO, Ana Cristina Lima. **Resiliência e adaptabilidade dos sistemas socioecológicos ribeirinhos frente a eventos climáticos extremos na Amazônia Central.** Universidade Federal do Amazonas. Dissertação de Mestrado. Manaus, 2017.

PAROLIN, P.; SIMONE, O. de.; HAASE, K.; WALDHOFF, D.; ROTTENBERGER, S.; KUHN, U.; KESSELMEIER, J.; KLEISS, B.; SCHMIDT, W.; PIEDADE, M. T. F.; JUNK, W. J. 2004. Central amazonian floodplain forests: tree adaptations in a pulsing system. **The Botanical Review.** 70 (3).

PEREIRA, H. S. 2007. **A dinâmica da paisagem socioambiental das várzeas do rio Solimões-Amazonas.** In: Fraxe, T. J. P.; Pereira, H. S.; Witkoski, A. C. (Org.). Comunidades ribeirinhas amazônicas: modos de vida e uso dos recursos naturais.

ROSSI, L. M. B.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E. Modelagem de mortalidade em florestas naturais. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, n. 2, mai./ago, p. 275 – 291, 2007.

SHIMIZU, E.; FUSE, T. Rubber-sheeting of historical maps in GIS and its application to landscape visualization of old-time cities: focusing on Tokyo of the past. **Proceedings of the 8th International Conference in Urban Planning and Urban Management**,Sendai, Japan, 2003.

SIMÃO, M. V. R. C. Mortalidade de cacaueiros (*Theobroma cacao* L.) em várzeas após cheia extrema no baixo rio madeira**. Dissertação de Mestrado. INPA: Manaus. 2017. 67p.**

STAGE, A. R. Prognosis model for stand development. USDA For. Serv. Res. Pap. INT-137, 32 p. Intermt. **For. and Range Exp. Stn**., Ogden, Utah, 1973.

STERNBERG, H. O. R. **A Água e o Homem na Várzea do Careiro.** Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 1998.

UNESCO. **Rapport final du group d'experts sur le project 13:** la perception de la qualité du milieu dans le Proramme sur l'homme et la biosphére (MAB). Unesco, Paris (Série des rapports du MAB 9). 1997.

VIEIRA, Pedro Ronalt. Desenvolvimento de classificadores de máxima verossimilhança e ICM para imagens SAR. **Dissertação de mestrado.** INPE. São José dos Campos, 1996.

VISSER, E. J. W.; VOESENEK, L. A. C. J.; VARTAPETIAN, B. B.; JACKSON, M. B. 2003. Flooding and Plant Growth. **Annals of Botany.** 91: 107 – 109.

WITKOSKI, A. C. **Terras, florestas e águas de Trabalho: os camponeses Amazônicos e as formas de uso de seus recursos naturais.** 2º edição. São Paulo. 2010.

WITTMANN, F., W. J. JUNK, AND M. T. F. PIEDADE (2004), The várzea forests in Amazonia: Flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession, For. **Ecol. Manage**., 196, 199–212.

YANG, Yuqing; TITUS, Stephen J.; HUANG, Shongming. Modeling individual tree mortality for white spruce in Alberta. **Ecological Modelling**, v. 163, n. 3, p. 209-222, 2003.