

Alterações ambientais no estado do Paraná: um enfoque geográfico sobre a dinâmica fluviométrica e as transformações no campo

Lindberg Nascimento Júnior

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.
e-mail: juniohr@gmail.com

Douglas Ambiel Barros Gil Duarte

DRZ Geotecnologia e Consultoria Ltda – Londrina, Paraná, Brasil.
e-mail: douglasambiel@gmail.com

Resumo

As alterações ambientais são entendidas sob o enfoque geográfico, que pressupõe que elas sejam produto de transformações nos sistemas sociais, humanos e produtivos, organizados por conjunturas ideológicas e político-econômicas e se revelam na modificação na dinâmica dos sistemas naturais. A análise foi feita pela combinação com parâmetros estatísticos da variabilidade fluviométrica anual na série histórica de 1947 a 2011 em pontos representativos dos rios Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu, e evidências históricas contextualizadas no âmbito das políticas de desenvolvimento territorial no estado do Paraná. O estudo indicou padrões e tendências fluviométricas semelhantes para os quatro postos representativos, e rupturas foram detectadas a partir do final da década de 1960. Os resultados sugerem convergências com transformações no campo, principalmente associado ao período da Revolução Verde, que consolidou a substituição natural da vegetação, e mudanças do padrão do uso do solo na transição da cafeicultura para soja.

Palavras-chave: Sociedade ↔ Natureza; Pettitt; Mann-Kendall; revolução verde; estado do Paraná;

Environmental changes in Paraná state: a geographic view about fluviometric dynamic and rural changes

Abstract

Environmental changes are understood under the geographic approach. It presupposes that environmental changes are a product of social, human and productive systems transformations, organized by ideological and political-economic conjunctures revealed like modification in dynamics of natural systems. We used statistical parameters of the annual fluviometric variability from 1947 to 2011 with representative points Tibagi, Ivaí, Piquiri and Iguaçu rivers, combined with historical evidence contextualised within the scope of territorial development policies in Paraná State. The analysis indicated patterns, tendencies and ruptures similar since 1960s. Associations of these results suggest convergences with transformations in the field, associated mainly with the period of the Green Revolution, that reinforced substitution of natural vegetation, and changes in land use patterns on the transition from coffee to soybean cultivation.

Keywords: Society ↔ Nature; Pettitt; Mann-Kendall; green revolution; Paraná state

Les changements environnementaux dans l'état du Paraná: une vision géographique de la dynamique fluviométrique et des transformations ruraux

Resumé

Les changements environnementaux sont compris dans l'approche géographique. Cela présuppose que les changements environnementaux sont le produit de transformations des systèmes sociaux, humains et productifs, organisés par des conjonctures idéologiques et politico-économiques révélées comme une modification de la dynamique des systèmes naturels. Nous avons utilisé des paramètres statistiques de la variabilité fluviométrique annuelle de 1947 à 2011 avec des points représentatifs des rivières Tibagi, Ivaí, Piquiri et Iguaçu, associés à des historiques contextualisées dans le cadre des politiques de développement territorial de l'État de Paraná. L'analyse a montré des tendances, des tendances et des ruptures similaires depuis les années 1960. Les associations de ces résultats suggèrent des convergences avec les transformations sur le terrain, associées à la période de la Révolution verte, qui ont renforcé la substitution de la végétation naturelle et les changements dans les modes d'utilisation du café à la culture du soja.

Mots-clés: Société ↔ Nature; Pettitt; Mann-Kendall; révolution verte; état du Paraná

Introdução

Alterações ambientais são aqui discutidas a partir da relação entre sociedade e natureza, como parte de um movimento dialético e contraditório dentro de conjunturas abrangentes e orientadas. São interpretadas como um dos produtos de transformações nos sistemas sociais, humanos e produtivos que organizados por conjunturas político-econômicas se revelam imediatamente na modificação na dinâmica dos sistemas naturais. A perspectiva está baseada na ideia de que mudanças incorporadas nas dinâmicas naturais (que podem ser detectadas por processos estatísticos como uma das abordagens de estudo dos sistemas naturais) evidenciam-se enquanto transformações sociais.

O enfoque é geográfico e toma como exemplo as alterações ambientais observadas no estado do Paraná. O exercício é ir além da descrição quantitativa e analítica dos sistemas naturais (que servem ao encontro de padrões, tendências, organização e funcionamento da dinâmica natural), e contemplar também interpretações críticas, que podem ser evidenciadas pela interpretação de aspectos ideológicos que se desenvolvem por conjunturas políticas e econômicas, e servem para explicar parte do processo de apropriação da natureza e da degradação ambiental e humana.

Neste trabalho serão apresentados como as modificações no campo paranaense (mudança nas lógicas econômicas e ideológicas da produção agrícola que rebatem diretamente na organização territorial, uso do solo e ocupação da terra.) evidenciam redefinições das paisagens naturais (modificações na dinâmica dos sistemas naturais).

Toma-se como exemplo, os prazos, tendências e rupturas na variabilidade fluviométrica dos Rios Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu enquanto representativos de um processo que ocorre na escala regional com impactos locais, combinando-a às leituras já

elaboradas sobre o processo de transformação do território paranaense, principalmente nos últimos 50 anos.

Para isso, divide-se o texto em partes. Na primeira, faz-se uma discussão que estabelece a unicidade e o enfoque geográfico sobre as alterações ambientais, compreendendo-a na perspectiva ideológica da natureza. Em seguida, são apresentados os procedimentos metodológicos, dos dados e as técnicas que envolveram o desenvolvimento do trabalho.

A caracterização dos climas e da precipitação nas bacias hidrográficas paranaenses são apresentados na terceira parte, e em seguida, na quarta parte, são discutidos os resultados, junto com uma contextualização dos processos de alterações ambientais que auxiliam a interpretar as consequências da Revolução Verde no estado do Paraná. O texto é finalizado com considerações sobre a natureza dos estudos geográficos sobre a alterações ambientais e os elementos que particularizam o estado do Paraná no conjunto de outros trabalhos.

O que há de geográfico nas alterações ambientais?

Desde que os agentes hegemônicos da modernidade conceberam a ciência como o conhecimento universal, a busca de uma verdade objetiva distinguiu objetos puros, claros, aparentemente neutros, sistematicamente definidos pelo método científico. O processo foi baseado nas premissas básicas de questionamento “como, onde e porquê”, e pelo exercício de classificação (categoria do método) o mundo foi organizado a partir da separação da heterogeneidade e da diferença.

A adequação do mundo separado em partes foi ajustada aos interesses dos agentes sociais e demanda e ritmo dos sistemas produtivos. A partir de então, com o conhecimento científico foi possível desvendar os segredos, conhecer os mistérios e interpretar o funcionamento de um mundo, que outrora era sobrenatural, hostil e pouco conhecido (SANTOS, 1992).

O resultado foi a construção de uma ideia de mundo em que a natureza, visivelmente dominada, cientificamente conhecida e socialmente representada, é um dos principais pilares ideológicos (SMITH, 1988; PORTO-GONÇALVES, 1989). Junto com esta ideia, uma variedade de categorias funcionais e conceitos analíticos foram elaborados, e auxiliaram, em patamares mais superiores e ideologicamente organizados, a uma visão mais ampla das coisas naturais em sua funcionalidade, gênese, organização, estrutura, forma, conteúdo, etc.

Com esses fundamentos os agentes hegemônicos ergueram, no jogo da interpretação do mundo, a naturalização das coisas por um saber fragmentado, e o produto

final foi a dicotomia entre polos binários e opostos. A visão se expressa tanto na divisão entre as relações das pessoas em si, entre si, como também das pessoas com seu entorno imediato, próximo e distante, criando um abismo colossal entre os mesmos (PORTO-GONÇALVES, 1989; SUERTEGARAY, 2001; MOREIRA, 2007).

Latour (1997) chama esse processo de purificação, na medida em que, o caráter particular do projeto moderno está na distinção entre humanos e não-humanos e na separação do conhecimento em áreas distintas. Para este autor, a modernidade se singulariza como uma adesão ideológica à uma separação ontológica.

De forma geral, em sociedades ocidentais capitalistas, a modernidade praticamente orientou as formas de progresso e de desenvolvimento em todas as instancias. Há de se considerar que a discussão moderna sobre a natureza tem paulatinamente demonstrado muitos avanços no conhecimento físico e natural do universo, algo relevante, mas não isento de críticas, questionamentos e limitações.

Nesse conjunto, os atributos concebidos enquanto naturais são tradicionalmente representados por leis físicas e por linguagem estatístico-matemática, e ocorrem em processos escalares específicos e podem ser estudados por diferentes abordagens que contemplam perfis estáticos, dinâmicos, sistêmicos, caóticos, discretos, lineares, multilíneares, etc.

É fato que o progresso e do desenvolvimento técnico-científico auxiliou muito os avanços no conhecimento por essas abordagens, mas não se pode negar que este saber tende rejeitar perspectivas totalizantes, uma vez que, no estudo da natureza em si, os contextos, as estruturas e as conjunturais político-econômicos são eliminadas ou parcamente dimensionadas.

A necessidade de superação desta ideia é imanente. Uma vez que a questões e temas como desastres naturais, qualidade ambiental e da vida humana, desigualdade, pobreza e segregação saltam como problemas contemporâneos e paradoxais no para o contexto moderno. Primeiro, que eles carecem de outras matrizes teóricas e metodológicas que tendem a integrar um conhecimento fragmentado, ao mesmo tempo que colocam conjunturas político-econômicas no mesmo patamar das coisas naturais. E segundo, por que as formas de representação destes processos e fenômenos estão sob claras e bem definidas intencionalidades, finalidades e objetivos do que se entende como natural (LATOURE, 1997)

Diante dessa condição, um esforço significativo tem sido realizado para construir uma estruturação não dicotômica do entendimento, da interpretação e das representações de natureza, que podem ser explicadas por exemplo, por epistemologias planas. Parte destas concepções, explicam que as relações com a natureza se dão como “[...] troca

metabólica, em que o homem e natureza intercambiam matéria e energia, numa geografia que não se separara em física ou humana” (MOREIRA, 2007, p. 115).

Outra concepção é entender que o significado do conceito de natureza não é natural, uma vez que toda sociedade cria, inventa, institui uma determinada ideia do que seja a natureza, e por isso toda cultura produz relações distintas com o que se concebe enquanto mundo orgânico, inorgânico e espiritual (PORTO-GONÇALVES, 1989).

Outra possibilidade é entender que o processo de apropriação da natureza, interpretada à luz da divisão territorial do trabalho, efetiva-se no processo de trabalho, e é o processo pelo qual mulheres e homens objetivam os elementos naturais, humanizando a natureza e a si próprios em desenvolvimento. A marca territorial desse processo é a expressão (socioespacial) do metabolismo humanos-natureza, humanos-sociedade, humanos-história e humanos-humanos (SMITH, 1988).

De um lado essas propostas estão orientadas para o entendimento da sociedade como um produto da história natural e a natureza como condição material da realização e existência da sociedade (MOREIRA, 2007). De outro, considera-se que os sistemas naturais são apropriados pelas sociedades na promoção de valor de uso para a satisfação das necessidades dos seres humanos (SMITH, 1988; PORTO-GONÇALVES, 1989).

A perspectiva é dialética, e se expressa na condição conflituosa e contraditória entre o que é natural e social entendidas não somente em vieses sistêmicos, integrados e holísticos, mas principalmente enquanto totalização. Com este sentido se efetiva a redução conceitual e ideológica que tem sido entendido como natural. O princípio é que culturalmente seja impregnado no imaginário coletivo, práticas sociais, econômicas e políticas realizadas sob os princípios do modo de produção capitalista, em transformar natureza em recurso natural – valor de troca, mercadoria (SMITH, 1989; PORTO-GONÇALVES, 1989; MOREIRA, 2007).

A natureza apropriada e reduzida ao conceito de recurso cria novas formas e situações objetivas capazes de mudar a realidade existente, indicando novas necessidades e possibilidades de realização da existência (vida social) por meio da práxis criadora (SMITH, 1988).

Nessa perspectiva, sob o modo de produção capitalista, a apropriação dos elementos naturais não é acidental ou produto do acaso, ou azar. Trata-se de uma internalização social e sistemática do processo de trabalho na diferenciação natural, o que possibilita afirmar que ela não existe naturalmente, uma vez que a apropriação da natureza é um jogo de qualificação desigual dos elementos naturais distribuídos no planeta como base para a desigualdade (SMITH, 1988).

Desse modo, a reflexão e crítica sobre o estudo, uso e finalidade da natureza são atrelados imediatamente às práticas sociais, e enquanto totalização mostra como processos

de sua produção são estritamente políticos, econômicos e ideológicos (SMITH, 1989) e estão inseridos, sobrepostos e justapostos às dinâmicas dos sistemas naturais, reconstruindo a natureza em feições específicas (tecnificada, artificializada, modificada, transformada, transfigurada) com fins e uso claros e orientados para fins de exploração e acumulação (SMITH, 1989; SANTOS, 1992; 1998; MENDONÇA, 2001; SUERTEGARAY e NUNES, 2008).

As feições de natureza colocam de maneira clara a contradição no movimento do desenvolvimento desigual e combinado do capitalismo, e o encontro das transformações sociais, políticas, econômicas e culturais, e requer aos seres humanos (e à geografia) novas representações do que seja natural. Inclui-se neste processo, não somente a conjunção dos constituintes sociais e naturais contemplados nos estudos clássicos, mas também a responsabilidade de proporcionar um (re)encontro do ser humano com ele mesmo, em outra condição de entendimento e uso das coisas naturais e da relação entre os seres humanos (SMITH, 1989; SUERTEGARAY e NUNES, 2008).

Mas como as feições de natureza podem ser entendidas como alterações ambientais? E o que há de geográfico nesse processo? Para responder essa indagação infere-se primeiramente que o conceito de ambiente é um referencial explicativo. Enquanto tal, o ambiente refere-se ao conjunto de interações e relações entre natureza, seres vivos, objetos e coisas de construção natural e artificial, transformando-os e transformando-se. Ele não é natureza, e mesmo que esta seja seu conteúdo, é sempre bom destacar que sob o modo de produção capitalista os seres humanos só se relacionam com ela somente por uma dimensão – natureza como fonte de recurso (MENDONÇA, 2007).

Desta perspectiva extrai-se a impossibilidade de conceber que alterações ambientais estão restritas somente à descrição dos sistemas naturais. O que se pretende dizer é que modificações nos sistemas naturais podem ocorrer de periodicamente e de forma cíclica, devido o condicionamento dentro da dinâmica das paisagens naturais. Essas mudanças não são alterações ambientais, uma vez que são entendidas como processos físicos, químicos e biológicos associados na história natural.

De outro modo, a discussão sobre alterações ambientais que se pretende discutir aqui revela-se com melhor substância a partir da organização ideológica da natureza, pois sua leitura passa necessariamente pelas transformações na história social dos sistemas produtivos e humanos, que se manifestam-se diretamente em modificações nos sistemas naturais.

Por exemplo, o conceito de alterações ambientais, segundo a Resolução do CONAMA n.º 001 de 23/01/86, sugere

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem: (I) a saúde, a segurança e o bem-estar da população; (II) as atividades sociais e econômicas; (III) a biota; (IV) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; (V) a qualidade dos recursos ambientais.

O CONAMA (1996) mostra exatamente a preocupação e a necessidade de entendimento, representação e explicação de uma feição de natureza que é relativamente nova, que pressupõe outros valores (patológicos, sociais, estéticos e econômicos), e que geograficamente oferece outras medidas de se entender a natureza (alterada na tecnificação, artificialização, transfiguração, degradação). O princípio da transformação ideológica da natureza é a condição intrínseca das alterações ambientais, e define que as formas de ver, entender, interpretar o que é natural estão além da abstração do que é físico, biológico, químico e natural, mas principalmente dos seus usos, finalidades e intencionalidades.

Essa condição do ambiente não é nova, ela só é resultado abrangente do ambiente enquanto um sistema de objetos, enquanto o próprio movimento histórico da sociedade em completar a desnaturalização da natureza dotando-a de valor (SANTOS, 2002, p. 53).

Com essa premissa a conceito de alteração ambiental ganha assim papel fundamental à reflexão e à análise geográfica. Para além do caráter funcional e analítico, o conceito também sugere o entendimento a partir da busca para desvendar a organização e estruturação sob uma determinada ideia de natureza, que é muito mais definida para representar e servir enquanto suporte e pilar dos modos de produção e das relações sociais de produção.

Procedimentos metodológicos

Caracterizar como as alterações ambientais podem ser observadas no Paraná é parte de um exercício que tende contribuir à uma geografia que se preocupa com a indissociabilidade da natureza e da sociedade, e que orienta seu olhar para além dos parâmetros estatísticos na busca de contextualização históricas das formas de apropriação dos sistemas naturais.

Cabe destacar que o interesse é observar alterações ambientais a partir da história social de alterações ambientais observadas no desmatamento, na territorialização do capital e na definição dos usos da terra nas bacias hidrográficas paranaenses. Esse destaque é importante pois muitos estudos têm sido feito para interpretar alterações climáticas, hidrológicas e ambientais no Paraná pela geografia e outras áreas, mas nesse trabalho, em específico, o olhar se volta particularmente para as dimensões ideológicas, políticas e

econômicas, utilizando as bacias hidrográficas como o elemento de coesão e confirmação de argumentos.

Para isso, parte-se do pressuposto que a bacia hidrográfica é uma região natural classificada segundo os níveis topográficos dado pelo espigão divisor de água. Enquanto unidades naturais funcionam como receptoras de precipitação que pela confluência de cursos d'água em um sistema fluvial, descritas no modelo chuva-vazão.

Nos estudos hidrológicos o modelo chuva-vazão mostra como bacias hidrográficas são um sistema natural extremamente complexo que evidencia o movimento e transformação da água enquanto fluxo (rio) e fonte (precipitação), tendo em vista a qualidade, quantidade e heterogeneidade interna de elementos, os processos não-lineares existentes na dinâmica e do regime fluvial, e o estabelecimento do balanço de matéria e energia no e com o ambiente pelos mecanismos de entrada (input) e saída (output). Perdas hídricas são explicados por processos de evapotranspiração e infiltração, e a parte das águas que chegam diretamente nos rios constituem os respectivos fluxos da entrada (precipitação) e saída pelo *runoff* da bacia (TUCCI, 2002).

Neste caso, tanto a chuva, quanto o modo que o solo e os cursos d'água foram apropriados (organização das propriedades, presença de hidroelétricas, barragens, etc.) são recursos de interpretação do sistema natural. E este conhecimento tem servido historicamente para submeter as áreas e recursos nas bacias hidrográficas à diversas finalidades e usos.

O fundamento é que o fluxo d'água ou rio na bacia é compreendido como uma parte do ciclo hidrológico, cujo regime tem sido tradicionalmente estudado pelas vazões por m³/s (mínimas, médias, máximas) e pelos níveis de água na bacia, isto é, por cotas. Neste contexto, as análises são estabelecidas por diversos parâmetros, os estatísticos em específico, recaem na descrição da variabilidade dos cursos d'água, tendo em vista, os regimes, as periodicidades, ciclicidades, quantidade ao longo do tempo (TUCCI, 2002).

Neste trabalho utilizou-se a série histórica dos valores fluviométricos do período de 1947 a 2011, exceto para o rio Piquiri cuja série mais longa correspondeu à 1964 a 2011. Levou-se em conta a representatividade de dados, devido à falta de séries históricas sem falhas ou incompletas. Os postos fluviométricos fazem parte da rede administrada pelo Instituto das Águas do Paraná e as informações estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Postos fluviométricos representativos das bacias hidrográficas paranaenses

Descrição	Rio Tibagi	Rio Ivaí	Rio Piquiri*	Rio Iguaçu
Estação	Jataizinho	Rio dos Patos	Balsa do Goioerê	Salto Cataratas
Município	Jataizinho	Prudentópolis	Mariluz	Foz do Iguaçu
Latitude	-23,26	-25,51	-23,92	-25,68
Longitude	-50,98	-50,94	-53,13	-54,43

Altitude (m)	340	690	320	152
Área de drenagem	21955 Km ²	1086 Km ²	2424 Km ²	67317 Km ²

Não se recorreu a análise pluviométrica tendo em vista a extensão do trabalho e outras contribuições que podem ser verificadas em Monteiro (1968), Nimer (1979), Maack (1981), Troppmair (1990), Nery et al. (1997), Mendonça (2000), Nogarolli (2007; 2010), Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR (2000), Marengo (2008), Pereira *et al.* (2008) e Nascimento Jr (2013).

Com o intuito de analisar comparativamente a variabilidade dos valores, uma vez que cada posto fluviométrico representa a particularidade ambiental inerente à cada bacia, os dados foram agrupados em escalas anuais, e relativizados segundo a técnica de padronização (índice padronizado), obtida através da fórmula:

$$Z(i) = (P(i) - P_m)/D_p \quad (1)$$

Onde: Z(i) é a vazão fluvial normalizada; P(i) valor médio anual das vazões na série histórica; P_m é o valor médio da variável no período, D_p é o Desvio Padrão. No *Microsoft Excel*[®], o cálculo foi realizado pela fórmula *padronizar*.

Os valores anuais fluviométricos foram submetidos aos testes estatísticos de Pettitt, Mann-Kendall e Regressão Linear, para verificação de rupturas, tendências e correlação linear.

O teste de Mann-Kendall é Kendall é resultado da união de um teste inicialmente estudado por Mann, e depois retomado por Kendall (BACK, 2001). O teste se baseia na hipótese nula ou H₀ (que não existe uma tendência na série) e, em mais três hipóteses alternativas, sendo as de tendência negativa, tendência zero e tendência positiva.

Trata-se de um teste não paramétrico, por isso, não requer uma hipótese sobre a distribuição dos dados. Conforme Morais *et al.* (1995), o teste considera que uma série temporal de X_i de N termos (1 ≤ i ≤ N) consiste na soma t_n do número de termos m_i da série, relativo ao valor X_i, cujos termos precedentes (j < i) são inferiores ao mesmo (X_j < X_i), isto é:

$$t_n = \sum_{i=1}^n m_i \quad (2)$$

Salviano *et al.* (2016) explicam que a significância obtida pelo teste é bilateral para a hipótese nula, e que por isso, rejeitar a H₀ é preciso que o valor absoluto de Z_{MK} seja superior a Z_α/2. A significância é dada inicialmente pelo valor de S para a série histórica, que é calculado a partir da somatória dos sinais (sgn) da diferença, par a par, de todos

valores observados (x_i) em relação aos valores que a eles são futuros (x_j), conforme as equações (3) e (4).

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \text{sgn}(x_j - x_i) \quad (3)$$

$$\text{sgn}(x_j - x_i) = \begin{cases} +1; & \text{se } x_j > x_i \\ 0; & \text{se } x_j = x_i \\ -1; & \text{se } x_j < x_i \end{cases} \quad (4)$$

Quando $n > 10$, a variável S pode ser comparada com uma distribuição normal, na qual a sua variância ($\text{Var}(S)$) será obtida através da equação (5), em que t_i representa a quantidade de repetições de uma extensão i . Em seguida, o teste segue a distribuição normal com o índice Z_{MK} , na qual a média é igual a zero, e os valores positivos indicam tendência de aumento de valores, e negativos tendências diminuição. O sinal cardinal de S e o índice Z_{MK} da distribuição normal é obtido pela equação 6.

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^n t_i(i-1)(2i+5)}{18} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} Z_{MK} &= \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}; \text{ para } S > 0 \\ Z_{MK} &= 0; \text{ para } S = 0 \\ Z_{MK} &= \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}}; \text{ para } S < 0 \end{aligned} \quad (6)$$

Segundo Goossens e Berger (1986) e Libiseller e Grimvall (2002) esse teste é mais apropriado para análises de tendências hidroclimáticas. Por isso, tem sido normalmente utilizado paralela ou conjuntamente com outro teste não-paramétrico para determinar se uma tendência é estatisticamente significativa e identificável em uma série de dados, utilizando por exemplo, o Teste de Pettitt.

O Teste de Pettitt também é um teste não paramétrico e possibilita identificar se as séries históricas são homogêneas ou não. A base é a identificação de um ponto de transição nas séries históricas, ou seja, o interesse é detecção pelo menos um momento de alteração dos valores (PETTITT, 1979; MORAES *et al.*, 1995; BACK, 2001; DEBORTOLI *et. al.*, 2012).

O teste utiliza uma versão do teste de Mann-Whitney, no qual se verifica se duas amostras: X_1, \dots, X_t e X_{t+1}, \dots, X_T , ambas são da mesma população, ou seja, todos os anos na série histórica pertencem as mesmas classes. O processamento do cálculo em $U_{t,T}$ faz uma

contagem do número de vezes que um ano da primeira amostra é maior que o membro da segunda e, pode ser escrita:

$$U_{t,T} = U_{t-1,T} + \sum_{j=1}^T \text{sgn}(X_i - X_j) \quad \text{para } t = 2, \dots, T \quad (7)$$

Onde $\text{sgn}(x) = 1$ para $x > 0$; $\text{sgn}(x) = 0$ para $x = 0$; $\text{sgn}(x) = -1$ para $x < 0$. O teste $U_{t,T}$ é, então, calculado para os valores de $1 < t < T$ e o valor $k(t)$ do teste de Pettitt se escreve:

$$k(t) = \text{MAX}_{1 \leq t \leq T} |U_{t,T}| \quad (8)$$

O terceiro teste estatístico permitiu observar quais estações pluviométricas têm apresentado aumento ou diminuição de valores ao longo dos últimos anos. Essa verificação foi obtida pelo valor do coeficiente angular (α) da Regressão Linear, conforme fórmula:

$$y = a \cdot x + b \quad (9)$$

A tendência é considerada significativa quando seu valor é diferente de zero. Neste caso, o interesse foi avaliar quanto $\alpha > 0$, há tendência positiva e sugere aumento ou ganho quantitativo de vazão no tempo; o contrário acontece quanto $\alpha < 0$, que há tendência negativa, portanto existe diminuição das vazões.

Os parâmetros utilizados para os testes aplicados foram: hipótese alternativa $\neq 0$; nível de significância $p\text{-valor} \leq 0,05$; número de simulações em 10.000, com tempo máximo de 180s. Sendo esses valores aplicados para todas as estações e nas escalas correspondentes. Estes procedimentos foram realizados no aplicativo *XLStat*[®].

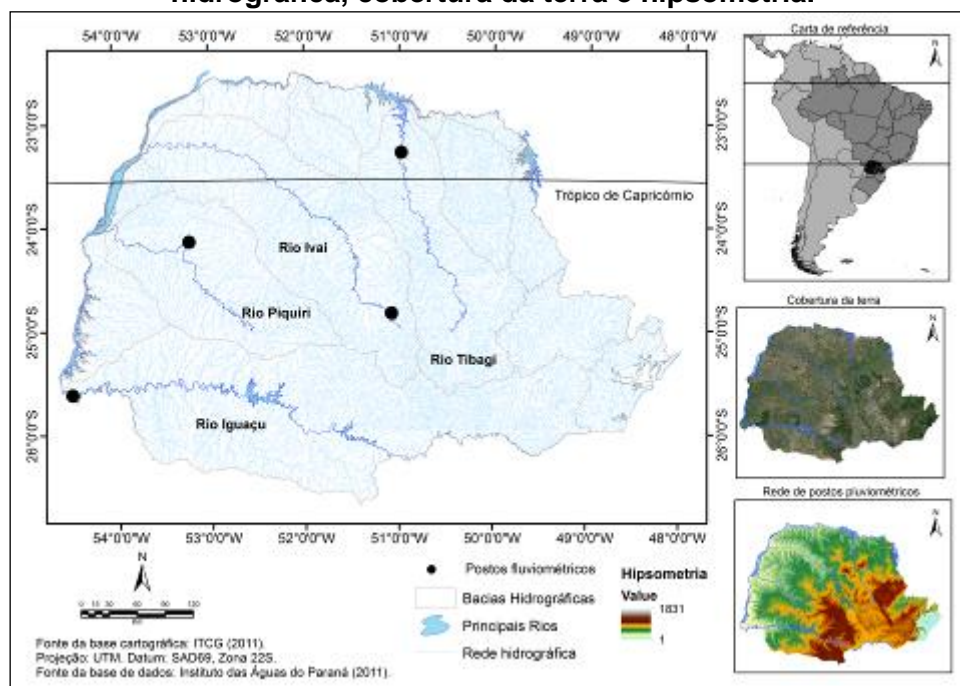
A aplicação conjunta destes testes tem auxiliado na verificação de alterações em ciclos hidroclimáticos, e são associados às mudanças do padrão de vegetação e de uso e ocupação da terra, e à modelização dos climas regionais (SALMI, 2002; DEBORTOLI *et al.*, 2012; TOZATO *et al.*, 2013; TOZATO, 2015; NASCIMENTO JÚNIOR, 2013; SILVA, 2015).

No Brasil, estes testes foram empregados por Back (2001) que verificou rupturas e tendências de temperatura e chuva em Santa Catarina, por Blain *et al.* (2009) em séries de temperatura no Estado de São Paulo, por Conti (2005) para precipitação no Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará e Pernambuco, por Marengo e Alves (2005) em séries de nível d'água e pluviométricas nos Estados da Bahia, Amazonas e Rio de Janeiro. Debortoli *et al.* (2012) observam alterações e tendências na pluviometria na Amazônia Meridional e Cerrado brasileiros. Tozato *et al.* (2013) e Tozato (2015) encontraram alterações nos valores de precipitação, temperatura e cotas fluviométricas em zonas úmidas da França e do Brasil.

Caracterização do universo de análise

Devido à sua posição meridional em relação ao Brasil, e ter como limite natural a linha imaginária do Trópico de Capricórnio no setor norte, o estado do Paraná possui ambientes com climas eminentemente transicionais, que variam de climas tropicalizados ao norte, até o subtropical, no centro-sul (Figura 1).

Figura 1: Localização do estado do Paraná, postos fluviométricos utilizados, rede hidrográfica, cobertura da terra e hipsometria.



A variabilidade climática no estado foi discutida por Monteiro *et al.* (1968), Maack (1981), Nimer (1989), Troppmair (1990), Nery *et al.* (1997), Mendonça (2000), Nogarolli (2007; 2010), Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR (2000), Pereira *et al.* (2008) e Nascimento Jr (2013), e explicam que o Paraná é afetado por sistemas atmosféricos antagônicos tanto em suas gêneses (massas polares e tropicais) e em suas características termohigrométricas (frias e quentes, oceânicas e continentais). Tais sistemas ainda se opõem e se equilibram dinamicamente com aspectos orográficos (altitude) e do relevo, indicando significativas diferenciações climáticas e ao mesmo tempo o trajeto habitual da circulação atmosférica.

Essas características expressam também parte dos domínios climáticos das bacias hidrográficas. Por exemplo, as bacias dos rios Tibagi e Ivaí, cujas nascentes se situam nos setores centrais do estado, se tropicalizam de montante para jusante. A bacia do rio Piquiri mostra um aspecto bastante característico de clima transicional. E a bacia do rio Iguaçu está sob regimes subtropicais (MAACK, 1980).

As principais fontes hídricas se situam nas maiores altitudes do Estado, que também coincidem com os setores de importantes índices pluviométricos. Nas quatro bacias as precipitações diminuem de montante à jusante, e a orientação habitual é norte para o rio Tibagi, cuja foz está situada no Rio Paranapanema (entre o Estado do Paraná e São Paulo), noroeste para o rio Ivaí e oeste para os rios Piquiri e Iguaçu. Estes três últimos com foz no rio Paraná (MAACK, 1981) (Figura 1).

Separadamente, Mendonça e Danni-Oliveira (2002) estudaram a Bacia do Rio Tibagi e verificaram três tipos climáticos que apresentam chuvas o ano inteiro, com verões quentes e com verões amenos, e interações com verões quentes e amenos. Conjugando a sistemas atmosféricos tropicais, intertropicais e polares e seguindo a direção jusante à montante. Um caráter destacado pelos autores é a ciclicidade mensal manifestada em ritmos quinquenais, em que há uma conjugação dos períodos mais e menos quentes, ora com a redução, ora com a elevação pluviométrica, e a tendência da incidência de chuvas concentradas em 24 horas.

Ainda conforme os autores, a estação de inverno representa um período de estiagem relativa, e coincide com o trimestre mais seco – Junho, Julho e Agosto – JJA, e por este caráter, a sazonalidade pluviométrica na bacia é significativamente pronunciada em dois padrões (um mais chuvoso e outro menos chuvoso), e expressando características de tropicalidade climática (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2002).

A variabilidade na Bacia do Rio Ivaí foi estudada por Baldo (2006) e Andrade e Nery (2003). A variabilidade sazonal apresentou uma configuração bem marcada de um período úmido e outro seco – não necessariamente sem apresentação de chuva, mas com menos chuva. Os meses mais chuvosos estão concentrados no trimestre Dezembro, Janeiro e Fevereiro - DJF, e os secos JJA.

Quanto à distribuição interanual, sua precipitação é homogênea e ocorre de forma significativa em padrão anômalo que pode ser explicado pela associação ao ENOS, tanto no que tange aos totais pluviométricos quanto ao número de dias com chuva. Os autores destacaram estatisticamente uma tendência de concentração e diminuição das chuvas na região Centro-sul da bacia em DJF e JJA, respectivamente (ANDRADE e NERY, 2003; BALDO, 2006).

Baldo (2006) observou que a distribuição espacial da pluviosidade se mostrou com os valores mais elevados a montante do que os observados a jusante. Esta característica deve-se ao efeito orográfico e ao clima subtropical úmido dominante a montante, e a apresentação de baixas altitudes e na faixa de transição para clima tropical.

A precipitação na Bacia do Rio Piquiri, segundo o Instituto Ambiental do Paraná – IAP (2012), Correa (2013) e Terassi et al. (2017) não apresenta período chuvoso ou período seco bem definido, embora os mínimos totais mensais tendam a ocorrer entre JJA,

chegando a ter valores de precipitação próximas ou iguais a zero. Agosto é o mês que apresenta o menor índice de número de dias de chuva, e dezembro e janeiro apresentam os maiores índices de ocorrência de chuva e número de dias com chuva.

Segundo Terassi *et al* (2017) a Bacia do Rio Piquiri apresenta duas regiões pluviométricas distintas. O setor com uma sazonalidade marcada localizado à jusante com características de clima tropical do Brasil Central, e a montante, outra região com totais pluviométricos mais elevados, devido à combinação das altitudes e homogeneidade da distribuição do regime de chuvas, substancialmente explicado pela predominância de climas subtropicais do Brasil Meridional.

Azevedo *et al.* (2005) e Azevedo (2006) analisaram a variabilidade na bacia do rio Iguaçu e, constataram que a precipitação é significativa ao longo de toda a bacia. A variabilidade sazonal, segundo Azevedo (2006), apresenta a característica também de dois períodos bem marcados, um chuvoso que geralmente se concentra no trimestre DJF, e uma estação seca, com apresentação dos meses de JJA.

Como a bacia se localiza no sul do estado, com latitudes superiores ao trópico de Capricórnio o clima subtropical predomina configurando baixos índices de evapotranspiração baixa, déficit hídrico poucos rigorosos, aliado às chuvas abundantes e bem distribuídas durante o ano (IBGE, 1968).

De forma geral, a vazão no Rio Iguaçu são é a que apresenta os mais valores comparados aos demais rios. Essa situação é explicada primeiro pela condição natural (chuvas constantes basicamente todo ano), mas principalmente por que a demanda hídrica da Bacia do Iguaçu é altamente subsidiada pelas grandes hidrelétricas e reservatórios de água, que tendem a manter controle artificial das vazões, em partir nas proximidades da Usina de Itaipu e das Cataratas do Iguaçu (considerada a oitava maravilha do mundo) (Tabela 2).

Os menores valores são observados no Rio Ivaí também por condições naturais, uma vez que é o curso d'água mais representativo das regiões a montante. O Rio Piquiri é o curso d'água que apresenta a menor variabilidade (obtida pelo coeficiente de variação), devido a localização no baixo curso e a boa distribuição de chuva na região. O rio Tibagi, é o curso d'água que apresenta maior variabilidade, que se relaciona de forma muito significativa com ambientes mais tropicalizados (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros estáticos observados nas bacias hidrográficas (m³/s)

Parâmetros	Rio Tibagi	Rio Ivaí	Rio Piquiri*	Rio Iguaçu	Média
Vazão mínima	99,85	7,51	21,72	683,03	221,13
Vazão máxima	912,94	57,09	97,01	4405,32	1368,09
Amplitude	813,09	49,57	75,29	3722,30	1146,96
1° Quartil	281,50	17,25	37,49	1270,73	459,17
Mediana	356,64	25,59	43,95	1652,57	555,16
3° Quartil	454,71	31,59	50,34	2054,73	675,19

Média	381,76	25,74	45,69	1737,08	579,93
CV**	0,398	0,393	0,309	0,383	0,341

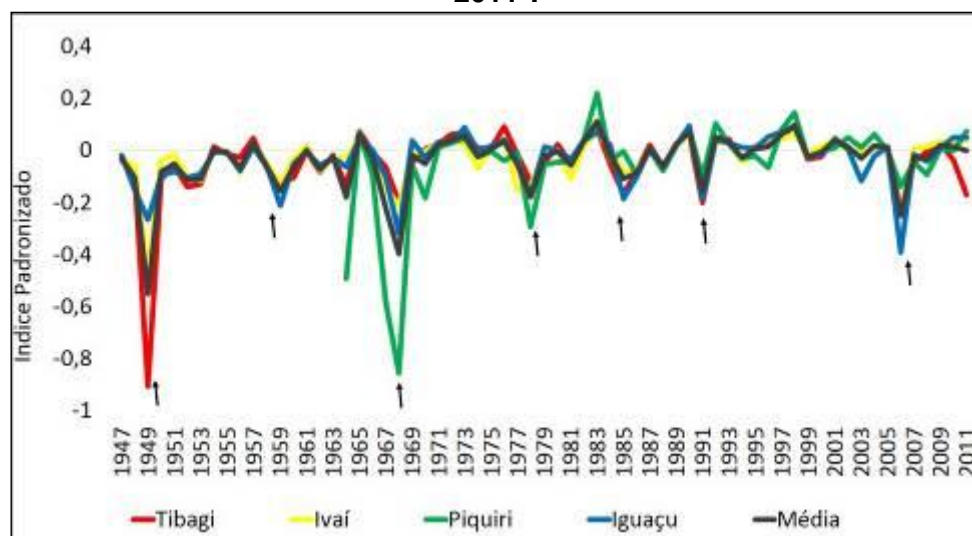
Fonte: Instituto das Águas do Paraná. *Referente ao período entre 1964 a 2011. **Coeficiente de variação.

Alterações ambientais no estado do Paraná

A leitura das alterações ambientais podem ser interpretadas no Paraná nas implicações nas bacias hidrográficas e suas manifestações principalmente no campo por meio de como se deu os processos de desenvolvimento do estado – unidades naturais, ocupação, migração, territorialização, etc.

Essa análise pode ser iniciada a partir do entendimento dos valores de vazão fluvial média mensal de quatro postos representativos dos rios Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu (Figura 3), que regionalmente mostra-se por variações em escalas interdecadais bem destacas em dois grandes eventos negativos (com prazo de 20 anos), datados em 1949 e 1968, e dois intermediários em 1959 e 1978.

Figura 2: Variabilidade interanual das vazões fluviais no Estado do Paraná – 1947 a 2011*.



As setas destacam os momentos descritos no texto. *Exceto para as vazões do Rio Piquiri que inicia em 1964

Após o evento de 1978, registros negativos semelhantes ocorreram em 1985, 1991 e 2006, indicando maior frequência e menor intensidade de valores negativos, com variação inferior a 10 anos. A ocorrência destes eventos está associada ao fenômeno El Niño Oscilação Sul, uma vez que Mendonça e Danni-Oliveira (2000), França (2002), Destefani (2005), Azevedo *et al.* (2003), Nery *et al.* (2006) e Correa (2013) encontraram marcadas relações com as vazões fluviométricas atípicas e a ocorrências de El Niño e La Niña em anos extremos, exclusivamente.

Outro aspecto é que a variabilidade das vazões fluviais nos quatro rios, em média tem apresentado aumento significativo no tempo. Quando submetidos ao teste de Mann-Kendall o resultado se apresentou como tendência positiva na ordem de 10% ($p\text{-valor}=0,04$). Sob o teste de Pettitt, o ano de 1970 foi destacado como a data de alteração dos valores médios, contribuindo para o aumento de 8% nos período pós-ruptura.

A variabilidade dos valores fluviais anuais do rio Tibagi, quando submetidos ao teste de Mann-Kendall, tem apresentado aumento significativo de 10% ($p\text{-valor}=0,033$), entre o período de 1847 a 2011. Além da tendência, os valores também apresentam o ano de 1969 como uma data de alteração significativa, e contribuindo para elevação em 1% no período pós-ruptura (Figura 3).

Desde 1947, as vazões no rio Ivaí têm apresentado aumento significativo na ordem de 8% ($p\text{-valor}=0,000$), com apresentação de uma data (1970) de alteração dos valores em 0,8% superior ao período pré-ruptura.

Esses resultados também foram discutidos por Baldo (2006), que contribuiu, significativamente, por meio da análise rítmica e, observou que a distribuição espacial da pluviosidade se mostrou com os valores mais elevados a montante do que os observados a jusante. Essa característica deve-se ao efeito orográfico e ao clima subtropical úmido, dominante a montante e, a apresentação de baixas altitudes e na faixa de transição para clima tropical.

As vazões no rio Piquiri são as que apresentam o maior aumento da tendência anual, com o valor de 26% ($p\text{-valor}=0,000$), e não apresentam período de alteração dos dados (Figura 5). Mesmo assim, as vazões no rio Iguaçu, apresentam aumento anual de 7% ($p\text{-valor}=0,002$), com data de transição dos valores em 1970, com aumento neste período de 9% (Figura 6).

A detecção das datas de transição nos valores de vazão fluvial, significantes no rio Tibagi, Ivaí e Iguaçu, coincide com um momento marcado por mudanças nos padrões vegetacionais, do uso e ocupação da terra, e dos impactos sociais e ambientais associados à modernização da agricultura, podendo qualificar, o segundo nível de abordagem que sugere transformações significativas no campo.

Figura 3: Variabilidade, ruptura e tendência das vazões no rio Tibagi – 1947 a 2011.

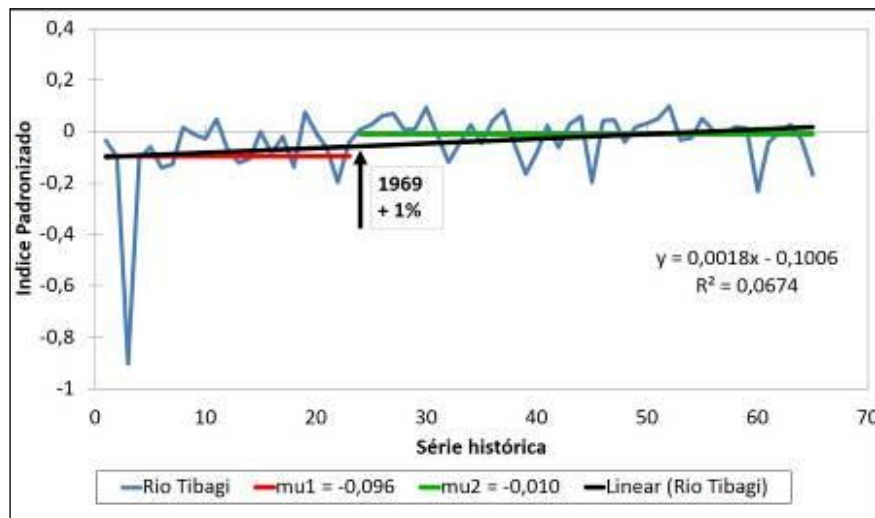


Figura 4: Variabilidade, ruptura e tendência das vazões no rio Ivaí – 1947 a 2011.

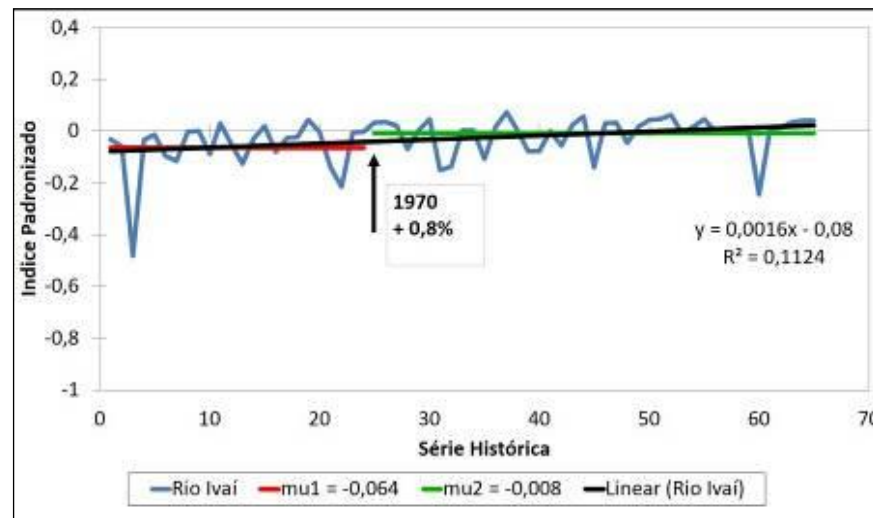


Figura 5: Variabilidade, ruptura e tendência das vazões no rio Piquiri – 1964 a 2011.

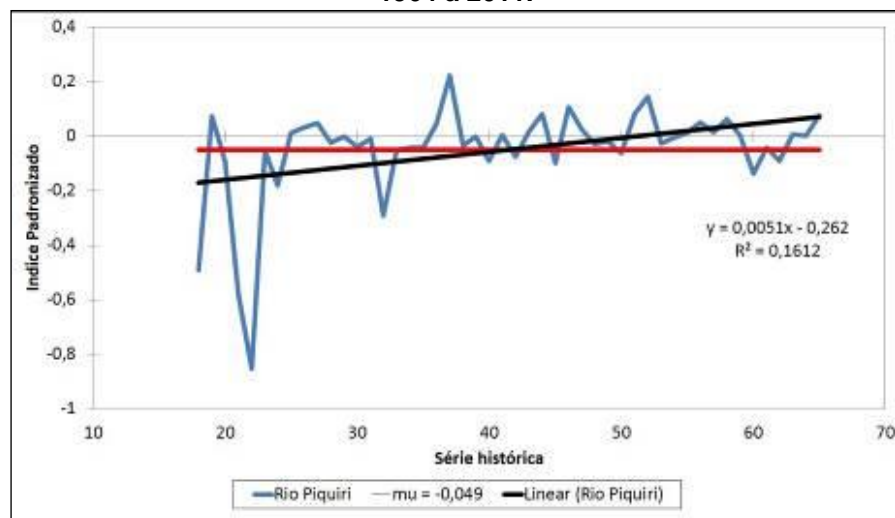
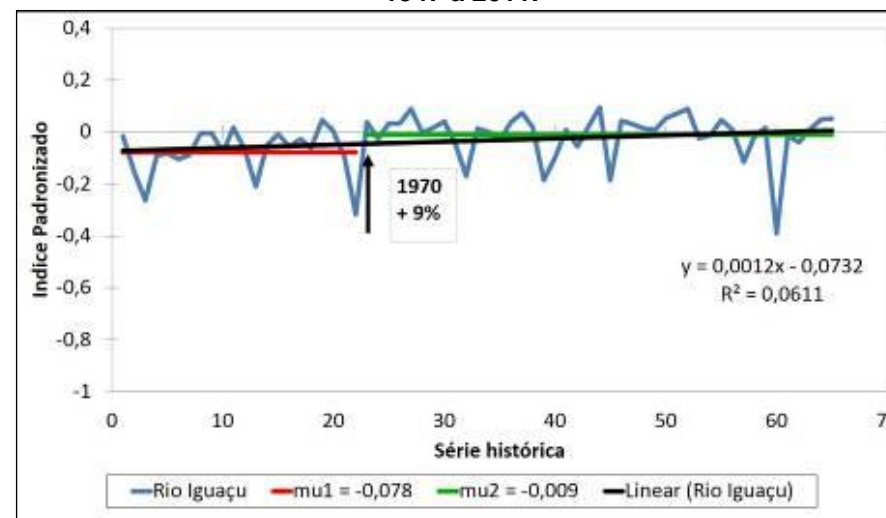


Figura 6: Variabilidade, ruptura e tendência das vazões no rio Iguaçu – 1947 a 2011.



A linha vermelha (mu1) representa o período pré-ruptura, e linha verde (mu2) o período pós-ruptura.

Cabe destacar que Marengo (2008) afirma que tem sido observado um aumento das chuvas no Sul e partes do Sul do Brasil, na bacia do Paraná-Prata, desde 1950, consistente com tendências similares em outros países do Sudeste da América do Sul. Especialmente para o Paraná, Grimm *et al.* (1998) verificaram que as precipitações no estado apresentam uma não-estacionariedade das séries, ao mesmo tempo, aumento nas médias foi observado principalmente no período pós 1970. Tais alterações foram identificadas nos sinais sazonais no outono, primavera e inverno.

As possibilidades de entendimento da variabilidade pluviométrica considerada Marengo (2008) e Grimm *et al.* (1998), também foram observadas sistematicamente por diversos autores, que discutem como o uso do solo e a ocupação da terra nas bacias foram substancialmente relevantes para os impactos na dinâmica dos rios (IAPAR, 2000; SILVA e GUETTER, 2003; NOGAROLLI, 2007; 2010; MARENGO, 2008; PEREIRA *et al.*, 2008; NASCIMENTO Jr, 2013; NASCIMENTO Jr, *et al.*, 2013; 2015; CARMELLO, 2013; CARMELO e SANT'ANNA NETO, 2016; ELY e DUBREUIL, 2017). Isso por que, regionalmente o estado do Paraná foi submetido à mudanças substanciais e intensas na cobertura da terra e no uso do solo desde o século XX.

Segundo Tucci & Mendes (2006), esse processo se deu primeiramente com os desmatamentos e, posteriormente, com a ocupação e início do uso do solo com lavouras de café, sendo estes substituídos ao longo da segunda metade do século por outras culturas anuais, como a soja e o milho.

Tanto desmatamento quanto as mudanças nos uso do solo e da ocupação da terra são bem explicativos do momento da territorialização do capital monopolista e industrial, baseado na monocultura e no pacote tecnológico da Revolução Verde, com um dos fundamentos para a ideia do necessário desenvolvimento do mundo urbano e rural do final do século XX no estado do Paraná. Trata-se de um marco interessante para entender como as alterações ambientais criaram paulatinamente novas feições de natureza, e ao mesmo tempo, que foi estruturado sob condições ideológicas de modernização, racionalização e desenvolvimento econômico e territorial, com profunda reestruturação de ordem técnica e econômica da produção agropecuária.

Caracterizado principalmente pela introdução da mecanização e da quimificação de grande parte dos processos produtivos, junto com o aprofundamento das relações verticais com as agroindústrias e dos vínculos com os mercados nacional e internacional, a Revolução Verde promoveu impactos significativas em basicamente todos os sistemas – produtivos, sociais e humanos, e as imposições ideológicas deste período histórico da agricultura foram tão donosas que podem hoje ser concebidas como irreversíveis (SONDA, 2010; HESPANHOL, 2008).

Navarro (2001, p. 84) destaca que as benéficas aos pobres no mundo rural com a Revolução Verde foi nulo ou negativo, uma vez que com o padrão de agricultura, chamada de moderna, [...] o mundo rural (e as atividades agrícolas, em particular) passou a subordinarem-se, como mera peça dependente, a novos interesses, classes e formas de vida e de consumo, majoritariamente urbanas”.

O resultado foi que as políticas de desenvolvimento agrícola que viabilizaram e orientaram à modernização de grandes propriedades, e aprofundou ainda mais as desigualdades e a exclusão social no meio rural - destacadamente os agricultores familiares (HESPANHOL, 2008).

Neste contexto, a complexidade das questões sociais no campo e na cidade aumentaram sobremaneira, pois com a aceleração do êxodo rural e o crescimento da população urbana, foi proporcional ao aumento da pobreza, da concentração de renda e de terras, que se tornaram tanto problemas sociais rurais quanto urbanas, num processo único de caráter excludente e desigual (CONTE, 2003).

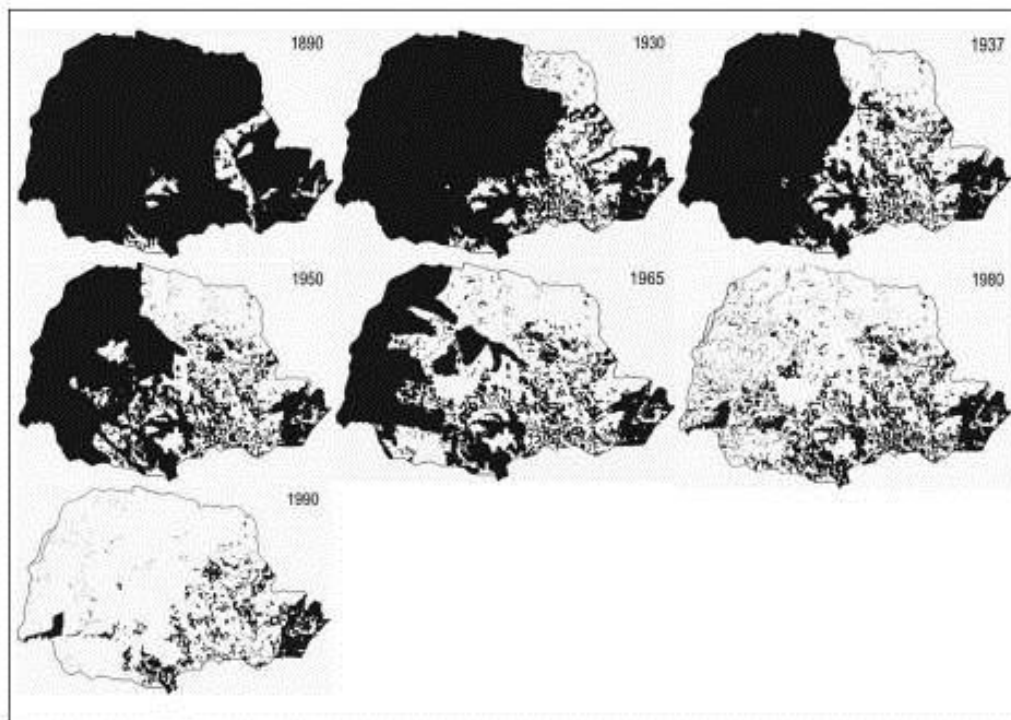
Associação à proliferação de pragas e da tolerância de certas espécies a pesticidas e inseticidas (ROSS, 2001), a degradação e aceleração de processos erosivos e de salinização dos solos (NAVARRO, 2001; ROSA, 1998), a qualidade e contaminação da água (AMSTALDEN, 1991), são algumas das alterações ambientais que tem sido destacada, e que inclusive contemplam os termos do CONAMA (1996).

Neste trabalho, elas estão evidenciadas a partir dos anos 60, pela transição das lavouras de café para a cultura da soja, da policultura e da pecuária. Antes desse período, Gubert Filho (2010), mostra que o Paraná experimentou fases econômicas cuja alteração significativa de variadas regiões fisiográficas se deu por pelo menos três séculos.

Para este autor, os primeiros momentos dessas alterações foram efetivados pelas ocupações orientadas do litoral até os campos gerais. Nos momentos seguintes, foi a expansão pelo norte e noroeste (frente cafeeira pioneira e paulista), pelo centro-sul (colonos e imigrantes eslavos) e pelo sudoeste (frente gaúcha) que orientou as alterações, baseando-se principalmente em um desmatamento relevante e definitivo (Figura 7).

O interessante desse processo é que de 1930 até 1960, o contexto econômico nacional que favorecia a exportação do café, e se consolidou principalmente nas regiões Norte e Oeste do estado. As florestas nestes setores foram simplesmente devastadas, não sendo economicamente aproveitada. Contudo, é a partir de 1960 que o ritmo de desmatamento tem se tornado bastante acelerado e intenso, principalmente com a introdução da cultura da soja, da queima de madeira para a secagem de grãos e de atividades agropecuárias (SONDA, 2010).

Figura 7: Esquema da substituição histórica da vegetação no Estado do Paraná.



Fonte: Gubert Filho (2010). Organização: Autor.

Neste contexto, ainda existe remanescentes de cobertura florestal, restritos e protegidos como Unidades de Conservação (Parques e APAs) na Serra do Mar (próximo ao litoral), no Parque Nacional do Iguaçu (extremo sudoeste) e ao longo da Escarpa Devoniana e da Serra da Esperança (centro sul ao nordeste), e outras áreas há uma mistura de remanescentes nativos com reflorestamentos de pinus (SONDA, 2010; GUBERT FILHO, 2010).

A perda de florestas favoreceu que determinados agentes se apropriassem de grandes áreas de terra. Por serem política e economicamente influentes, os proprietários acabaram por orientar grande parte dos modelos de desenvolvimento adotados pelos governos do Estado, auxiliando desta maneira, a consolidar oligarquias regionais e locais, reproduzir as desigualdades e aumentar conflitos por terra (SONDA, 1996; HAUER, 2010).

Um dos subprodutos deste processo pode ser observado também em transformações das relações sociais no campo. Tais mudanças colocaram, de um lado, os proprietários fundiários capitalistas, e do outro, comunidades indígenas, colonos, faxinalenses, quilombolas, agricultores familiares, camponeses, entre os quais, as visões de sociedade e natureza são concebidas de outra maneira. Além disso, o processo reverberou inclusive no surgimento dos movimentos sociais do campo, em particular do Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), município de Cascavel-PR, que data a partir de 1984 (SONDA, 2010).

Um segundo subproduto, ocorreu de forma concomitante e paralela ao anterior, revelado por mudanças nas relações entre cidade e campo. Neste caso, as regiões norte, noroeste, oeste e sudoeste do Estado receberam entre as décadas de 1940 a 1960 um contingente populacional três vezes superior ao existente no Paraná no início do período. Nas décadas seguintes, esse intenso aporte populacional contribuiu para o êxodo rural e para a concentração urbana, determinados a partir da inserção do Estado na economia internacional e de transformações na base produtiva arranjos espaciais concentradores e polarizadores, restringidas a situação espacial de poucas cidades (IPARDES, 2010).

Essa estruturação proporcionou uma configuração físico-territorial que se apresenta de forma heterogênea, que se expressa como resultado de um processo de povoamento segmentado, segundo a seletividade espacial das atividades econômicas nas cidades e na região (PADIS, 1980; KONZEN e ZAPAROLLI, 1990).

Os eventos que evidenciam alterações ambientais no estado são substancialmente mais relevantes nos últimos 60 anos, e mostram inseparabilidade dos processos sociais e da dinâmica natural, por meio da sobreposição e justaposição de seus ritmos e frequências, e também da simultaneidade, na medida que as conjunturas político-econômicas ocorrem de forma paralela, construindo e expressando a permanência de problemas históricos com nítidas concepções ideológicas.

Considerações

Associar alterações ambientais como medida de interpretação nas transformações no campo e da variabilidade fluviométrica de ambientes fluviais é um desafio importante que coloca a geografia em um paradoxo do conhecimento moderno, ou seja, da clássica dicotomia entre sociedade e natureza, social e natural. Como todo e qualquer paradoxo revela de crises e possibilita novas práticas, estratégias para equalizar análises não fragmentadas e, ao mesmo tempo, admitir epistemologias planas, pode ser um caminho e um compromisso.

Esse manuscrito vai ao encontro desses anseios, na medida em que sugere o enfoque geográfico das alterações ambientais combina ferramentas tradicionais do estudo das paisagens e dos sistemas naturais (a estatística por exemplo), e os processos históricos abrangentes de desenvolvimento e organização do território, que ajudam a entender as formas de apropriação da natureza, e suas manifestações enquanto degradação, modificação e transformação.

O exercício foi realizado tendo como pressuposto a dinâmica fluvial de pontos representativos dos rios Tibagi, Ivaí, Piquiri e Iguaçu, que como foi discutido apresentam padrões de variaabilidade semelhantes, com ciclicidades em modos interdecadais e prazos

de 20 e 10 anos. As rupturas estatísticas mostram que as vazões fluviais do rio Piquiri não apresentam resultados estatisticamente significativos, enquanto que nos rios Tibagi, Ivaí e Iguaçu os momentos de transição são datados em 1969, 1970 e 1968, respectivamente. Em todos os rios foram detectadas tendências positivas, sendo a mais expressiva no rio Piquiri.

Devido ao encontro destes resultados, conclui-se que cada um dos postos analisados apresentou sinais de alterações ambientais nas bacias hidrográficas com defasagem de 8 a 10 anos sob transformações no uso do solo, principalmente, uma vez associadas ao momento da Revolução Verde e à modernização agrícola no Estado, iniciada partir da década de 1960. Isso por que no modelo hidrológico, a chuva-vazão pode sofrer interferências nas temporalidades tendo em vista o equilíbrio é dinâmico e a qualidade do escoamento do fluxo da água na bacia hidrográfica.

Essas alterações também contribuem para interpretação das mudanças nos sistemas naturais, mas também de transformações no campo, pois a Revolução Verde provocou diversas mudanças nos setores produtivos rural, incluindo as relações sociais desiguais e excludentes na produção agrícola e nas formas de se viver no campo, que basicamente compõe quase a totalidade do uso da terra nas bacias hidrográficas paranaenses, reorientando as lógicas de ocupação, funcionalização e produção.

Entende-se que com a junção desses elementos, é possível destacar as transformações ideológicas nas relações de sociedade ↔ natureza, com a permanência do conceito moderno. Por isso, reafirma-se que alterações ambientais estão para além dos valores estatísticos, mas também para modificações que recriam e expressam a indisponibilidade de universos com diferentes dinâmicas e processos distintos, organizados em conjunturas econômicas e políticas, completando-se em uma análise eminentemente geográfica.

Logo, reafirma-se que as alterações ambientais podem ser admitidas como a mesma raiz das transformações técnico-científicas, econômicas, políticas e ideológicas, pois colocam do ponto de vista único momentos de transição do Paraná como um estado que apropria-se ao da Revolução Verde como opção para um desenvolvimento que degrada natureza e seres humanos.

Como se pode observar, o contexto histórico do Paraná se alinha sobreposta e justaposta com alterações ambientais, entendidas como modificações nas conjunturas ideológicas e político e econômicas. Deste modo, a transformação da dinâmica em impactos ambientais, conduz ao entendimento da dependência e reforço dos aspectos contraditórios da relação Sociedade ↔ Natureza, na qual a natureza é descontextualizada, subordinada, e expressa os limites de uma sociedade, que orientada por ideologias de modernização e desenvolvimento se organiza de forma geograficamente desigual, resultando em diversas alterações ambientais.

A identificação dessas conjunturas aponta para necessidade de repensar outros modelos representativos de natureza (e conseqüentemente das relações sociais entre os seres humanos). Um conceito que não se efetive pelo crescimento econômico ou pela preservação ambiental naturalista, mas na consideração de outro ambiente (alterado, artificializado, racionalizado, tecnificado, transfigurado), mas que possa atender muito mais às possibilidades de mudança para a melhoria das condições de vida, trabalho e justiça, do que na permanência da pobreza social e da desigualdade no campo e na cidade, o que requer pensar em outra natureza e outra sociedade.

Referências

- AMORIM, J. R. A. Salinidade em áreas irrigadas: origem do problema, conseqüências e possíveis soluções. **Artigos Técnicos**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/661398/1/scan0025.pdf>>. Acesso: 15 maio 2014.
- AMSTALDEN, L. F. F. **Os custos da modernização**. Campinas: UNICAMP/IFCH, n.1, 1991.
- ANDRADE, A. R; NERY, J. T. Análise sazonal e espacial da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do Rio Ivaí – Paraná. **Boletim de geografia**, v. 29, n. 2, p. 107-121, 2011.
- AZEVEDO, I. C; NERY, J. T; ANDRADE, A. R. Variabilidade da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do Rio Iguaçú, Paraná. In: X Encontro de Geógrafos da América Latina, 2005, São Paulo. USP. **Anais...**: 2003. v. 01. p. 01-15.
- BACK, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36, n.5, p.717-726, 2001.
- BALDO, M. C. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do Rio Ivaí – PR**. Tese de Doutorado (Geografia). Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente. 2006.
- BLAIN, G.C.; PICOLI, M.C.A.; LULU, J. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura mínima do ar no estado de São Paulo. **Bragantia**, v.68, n.3, p. 807-815, 2009.
- BRUIJNZEEL, L. A. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 104, n.1, 185–228, 2004.
- CARMELLO, V. **Análise da variabilidade das chuvas e sua relação com a produtividade da soja na vertente paranaense da bacia do Paranapanema**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Estadual Paulista. Campus Presidente Prudente. 2013.
- CARMELLO, V; SANT'ANNA NETO, J. L ; DUBREUIL, V. Variabilité des précipitations et rendements du soja en région de climat de transition. In: **XXVile colloque de l'Association internationale de Climatologie**. 2014. p. 279-284.
- CARMELLO, V; SANT'ANNA NETO, J. L. Rainfall Variability and Soybean Yield in Paraná State, Southern Brazil. **International Journal of Environmental & Agriculture Research, Mandasaur**, v. 2, n. 1, p. 86-97, 2016.
- CONAMA. **Conselho Nacional de Meio Ambiente**. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 12 set. 2015.

CONTE, B. **La révolution verte**, 2003. Disponível em: <http://conte.u-bordeaux4.fr/>. Acesso em 01 de maio de 2014.

CORREA, M. G. G. **Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na Bacia do Rio Piquiri – PR**. Dissertação de mestrado (Geografia física). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. 102 p.

DEBORTOLI, N.; DUBREUIL, V.; HENKE, C.; RODRIGUES FILHO, S. Tendances et ruptures des séries pluviométriques dans la région méridionale de l'Amazonie brésilienne. In : 25ème Colloque de l'Association Internationale de Climatologie. **Actas...** Grenoble 2012, , p. 201 – 206. 2012..

DESTEFANI, E. V. **Regime Hidrológico do Rio Ivaí – PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2005. 94 f.

FAVARETO, A. A abordagem territorial do desenvolvimento rural – mudança institucional ou “inovação por adição”? **Estudos avançados**, v. 24, n. 68, p. 299-319, 2010.

FRANÇA, V. de. O rio Tibagi no contexto hidrogeográfico paranaense. In: MEDRI, M. E; BIANCHINI, E. SHIBATTA, O; PIMENTA, J. A. **A bacia do rio Tibagi**. Medri. Londrina, PR, p. 45 – 42, 2002.

GOOSSENS, C; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northern hemisphere and Europe during the last century. **Annales Geophysicae**, n. 4, p. 385 – 400, 1986.

GRIMM, A. M.; MÜLLER, I. I.; KRÜGER, C. M.; KAVISKI, E..Variações pluviométricas nos estados de São Paulo e Paraná entre os períodos pré e pós 1970 e suas possíveis causas. In: **Anais...** Congresso Brasileiro de Meteorologia, X, 1998, Brasília .2010.

GUBERT FILHO, F. A. O desflorestamento do Paraná em um século. In: SONDA, C; TRAUZYNSKI, S. C (Orgs.) **Reforma agrária e meio ambiente: teoria e prática no estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, p. 15-25. 2010.

HESPANHOL, R. A. de M. Perspectivas da agricultura sustentável no Brasil. **Confins [Online]**, n. 2. 2008. Disponível em: <http://confins.revues.org/2353>. Acesso: 14 Maio 2014.

IAP. Instituto Ambiental do Paraná. **Avaliação ambiental integrada - Bacia do Rio Piquiri**. 2012. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1074>>. Acesso: 12 set. 2013.

IAPAR. Instituto Agrônomo do Paraná. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. **Cartas climáticas do Paraná**. 2000.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ. **Águas Paraná**. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/>

IPARDES. Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Dinâmica urbana dos Estado**: Estado do Paraná. Curitiba, IPARDES, , 2010.

LIBISELLER, C; GRIMVALL, A. Performance of partial Mann-Kendall tests in the presence of covariates, **Environmetrics**, 13, p. 71-84, 2002.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. José Olympio. Rio de Janeiro, 1981.

MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, 2008.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.M. Tendências hidrológicas da bacia do rio Paraíba do sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, n. 20, v. 2, p. 215-226, 2005.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Tipologia climática – Gênese, características e tendência. STIPP, N. A. F. (Org) **Macrozoneamento da bacia hidrográfica do rio Tibagi/PR**. Editora UEL. Londrina, p. 21-62, 2000.

MONTEIRO, C. A. F.; MESQUITA, O. V.; ROMARIZ, D. de **A. Geografia do Brasil**. Grande região Sul [Geologia; Clima; Hidrografia]. 1968.

MORAIS, J. M; PELLEGRINO, G.; BALLESTER, M. V. MARTINELLI, L. A. VICTORIA, R. L. Estudo preliminar da evolução temporal dos componentes do ciclo hidrológico da bacia do Rio Piracicaba. In: Simpósio Brasileiro de recursos hídricos. XI Simpósio de hidráulica e recursos hídricos dos países de língua oficial portuguesa, II, ABRH, 1995, Recife, PE. **Anais**. p. 27-32, 1995.

MOREIRA, R. **Pensar e ser em Geografia**. São Paulo: Contexto 2007.

MOREIRA, R. **Sociedade e Espaço Geográfico no Brasil**. São Paulo: Contexto. 2010.

MUTHOO, M. K. **Perspectivas e tendências do setor florestal brasileiro**, 1975 a 2000. Brasília : Ministério da agricultura, 1977. Convênio PNUD/FAO/BRA-76/027.

NASCIMENTO Jr, L ; RODRIGUES, M. S; DUBREUIL, V ; SANTA'ANNA NETO, J. L. Rupturas e tendências em séries históricas no Paraná. **Anais....** XV Simposio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Vitória, 2013. p. 298 – 307.

NASCIMENTO Jr, L. **As chuvas no Paraná: Variabilidade, teleconexões e impactos de eventos extremos**. Dissertação de Mestrado (Geografia). Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2013.

NASCIMENTO, Jr. L.; SANT'ANNA NETO, J. L.; DUBREUIL, V. Tendances, ruptures et variabilité hydroclimatiques dans l'état du parana-Brésil. In: XXVIIIe Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, **Actas...Liège**. 2015. p. 567-572.

NAVARRO, Z. Desenvolvimento rural no Brasil: os limites do passado e os caminhos do futuro. **Estudos Avançados**, v.15, n. 43, p. 83 – 100, 2001.

NERY, J. T.; VARGAS, W.M.; MARTINS, M.L.O. Influência do fenômeno El Niño na vazão da bacia do Rio Iguaçu, PR. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, **Anais...Florianópolis**. Edusc, v. 01. p. 01-12, 2006.

NIMER, Edmon. Climatologia da região Sul. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 34, n. 1, p. 142-154, 1989.

NOGAROLLI, M. **Evolução climática do Estado do Paraná: 1970 –1999**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2007.

NOGAROLLI, M. O Estado do Paraná - tem um novo clima? **Anais... GeoSimpósio**. 2010.

PADIS, P. C. **Formação de uma economia periférica: o caso do Paraná**. São Paulo Hucitec, 1981.

PEREIRA, L. M. P; CARAMORI, P. H; RICCE, W, S; SILVA, D. A. B; CAVIGLIONE, J. H. Determinação do início e término da estação chuvosa no Estado do Paraná. In: **Geografar** . Curitiba; v.3, n.2. Jul/dez. 2008, p. 1 – 12.

PETTITT A. N. A Non-Parametric Approach To The Change-Point Problem. **Applied Statistics**, v. 28, p. 126-135, 1979.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **Os (Des)caminhos do meio ambiente**, São Paulo, Editora Contexto, 1989.

PROWSE, T. D. E ; BELTAOS, S. Climatic control of river-ice hydrology: a review. **Hydrological processes**, n. 16, 805 – 822, 2002.

ROSA, A. V. **Agricultura e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. (Org.). 4. ed. São Paulo. Edusp, 2001.

SALMI, T.; MÄÄTTÄ, A.; ANTTILA, P.; RUOHO-AIROLA, T.; AMNELL, T. **Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates - the excel template application Makesens**. Finnish Meteorological Institute, 2002. Disponível em: <<http://en.ilmatieteenlaitos.fi/makesens>>. Acesso em março de 2015.

SANTOS, M. 1992: a redescoberta da Natureza. **Estudos avançados**, v. 6, n. 14, p. 95-106, 1992.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 2. ed. São Paulo: Hucitec, 1997. 308 p.

SILVA, M. E. S; GUETTER, A. K. 2003: Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná. **Terra Livre**. São Paulo. 19, p. 111-126.

SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; MOREIRA, M.; CORTE-REAL, J.; SILVA, V. C. L.; MEDEIROS, I. C. Rainfall and river flow trends using Mann-Kendall and Sen slope estimator statistical tests in the Cobres River basin. **Natural Hazards**, v. 77, n. 2, p. 1205-1221, 2015.

SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual: Natureza, Capital e a Produção do Espaço**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1988.

SONDA, C. Reforma agrária, desmatamento e conservação da biodiversidade no estado do Paraná. In: SONDA, C; TRAUZYNSKI, S. C (Orgs.) **Reforma agrária e meio ambiente: teoria e prática no estado do Paraná**. Curitiba: ITCG, p. 83-100. . 2010.

SURTEGARAY, D. M. A.; NUNES, J. O. R. A natureza da Geografia Física na Geografia. **Terra Livre**, n.17, p. 11-24, 2001.

TERASSI, P. M. B; CORREA, M. G. G; GALVANI, E. Determinação de regiões pluviométricas homogêneas na bacia hidrográfica do rio Piquiri-Paraná. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, n. 2017, p. 1610-1621, 2017.

TOZATO, H. de C. **Conséquences des changements climatiques sur la diversité biologique des zones humides: une analyse de politiques publiques et de gestion au Brésil et en France**. Geography. Université Rennes 2, 2015.

TOZATO, H; DUBREUIL, V; MELLO-THÉRY, N. A. 2013: Tendências e rupturas climatohidrológicas no sítio Ramsar PARNA Pantanal (MT, Brasil). **Revista brasileira de climatologia**, n. 9. V. 13, p. 164-184, 2013.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Rio Grande do Sul: Ed. Universidade/UFRGS, 2002.

TROPPEMAYER, Helmut. Perfil fitoecológico do Estado do Paraná. **Boletim de Geografia**, v. 8, n. 1, p. 67, 1990.

Sobre os autores

Lindberg Nascimento Júnior – Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) (2011); Mestrado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) (2013); Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) (2018); Atualmente é professor na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina; **OrCID**: <https://orcid.org/0000-0003-0276-2933>

Douglas Ambiel Barros Gil Duarte – Graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) (2010); Mestrado em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) (2014); Atualmente trabalha na DRZ Geotecnologia e Consultoria Ltda, Londrina, Paraná; **OrcID:** <http://orcid.org/0000-0001-8183-9067>

Como citar este artigo

NASCIMENTO JÚNIOR, Lindberg; DUARTE, Douglas Ambiel Barros Gil. Alterações ambientais no estado do Paraná: um enfoque geográfico sobre a dinâmica fluviométrica e as transformações no campo. **Revista NERA**, v. 22, n. 46, p. 282-308, jan.-abr. 2019.

Declaração de Contribuição Individual

As contribuições científicas presentes no artigo foram construídas em conjunto pelos (as) autores (as). As tarefas de concepção e design, preparação e redação do manuscrito, bem como, revisão crítica foram desenvolvidas em grupo. O autor **Lindberg Nascimento Júnior** ficou especialmente responsável pelo desenvolvimento teórico-conceitual; o segundo autor **Douglas Ambiel Barros Gil Duarte**, pela aquisição de dados e suas interpretação e análise; e ambos, **Lindberg Nascimento Júnior** e **Douglas Ambiel Barros Gil Duarte**, pelos procedimentos técnicos e tradução do artigo.

Recebido para publicação em 04 de setembro de 2018.
Aceito para a publicação em 05 de setembro de 2018.
