

A política das águas na Amazônia: as especificidades da relação entre o marco legal e os usuários da bacia do rio Purus

Nírvia Ravena

Doutora em Ciencia Política- IUPERJ Professora do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos/UFPA.

E-mail: niravena@uol.com.br

Voyner Ravena Cañete

Doutora em Desenvolvimento Sócio Ambiental-NAEA - Professora do Laboratório de Biologia Pesqueira e Manejo de Recursos Aquáticos /UFPA - Brasil

E-mail: ravenacanete@uol.com.br

Rômulo Magalhães de Sousa

Doutorando em Engenharia Elétrica e da Computação- Universidade Federal do Pará.

E-mail: mrsousarm@uol.com.br

Cleide Lima de Souza

Mestre em Desenvolvimento do Meio Ambiente Urbano-UNAMA Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida e Meio Ambiente/UNAMA.

E-mail: cleidedesouza@yahoo.com.br

Thales. M. R. Cañete

Mestrando do em Direitos Humanos - Universidade Federal do Pará.

E-mail: thales_canete@yahoo.com.br

Introdução

Instituições existem para mediar a relação entre os indivíduos diminuindo os custos de transação gerados nas interações humanas (North, 1990; Williamson, 1981). No entanto, em seu processo de consolidação as instituições criam trajetórias dependentes que engessam e dificultam as mudanças. (North, 1990; Levi, 1991; Kingston e Caballero, 2009), Há, todavia, uma utilização por vezes casual do termo instituição. Muitas vezes não se tratam de instituições, mas sim de organizações. (North, 1990; March e Olsen, 2008) Estas são arranjos que permitem que os indivíduos acessem as instituições. Essa distinção não é trivial e é bastante interessante para compreender a percepção que os atores têm de seus direitos e das competências e obrigações do Estado (Ostrom, 2010; Madani e Hipel, 2011).

As instituições que regulam a ação humana sobre o meio ambiente são os *loci* onde várias lógicas de ação coletiva interagem promovendo resultados diferenciados na medida em que as estratégias de ação dos indivíduos seguem racionalidades distintas. Dessa forma, a padronização de comportamentos por meio dos arcabouços institucionais depende, fundamentalmente, do escopo dessas instituições e da interação que elas estabelecem entre si e entre as demais, promovendo resultados regulatórios distintos.

No Brasil o processo de regulação do acesso e uso da água tem sua gênese ainda na década de vinte do século passado no momento que antecedeu o *State building* empreendido por Getúlio Vargas. No entanto, esta regulação somente foi implementada nos usos referentes à produção de energia elétrica. Para os demais usos apenas foram apontadas, no Código de Águas, as premissas reguladoras dos recursos hídricos (Lanna, 1995; Ravena e Ravena-Cañete, 2007). A inflexão dessa regulação ocorreu com a introdução da questão do acesso e uso dos recursos hídricos na dinâmica da constituinte de 1988. Nesse processo a necessidade de uma dimensão descentralizadora para todas as dinâmicas de produção e implementação de políticas públicas se espalhou para as questões federativas. O marco regulatório para o acesso e uso de recursos hídricos no Brasil decorrente dessa mudança está na Lei 9.433/97. Esta surge de uma ação que se enquadra na estratégia corporativa de engenheiros ligados à Associação Brasileira de Recursos Hídricos (Ravena, 2006). As demandas desses profissionais se expressaram nos artigos 22 e 23 da Constituição de 1988 acerca do acesso e uso de recursos hídricos que estão inscritos no marco constitucional. Estes dois artigos e a entrada do projeto de lei 2249/91 na Câmara dos Deputados iniciaram a construção de um novo marco regulatório centrado na realidade do Sul e Sudeste do país, ou seja, uma conjuntura hídrica marcada pela escassez e pelo acesso e uso da água característicos das populações dessas regiões do país.

Este artigo trata dos desdobramentos que a Lei das Águas promove sobre os usuários de água na Amazônia denominados ribeirinhos. A análise parte da correlação entre a dimensão descentralizada da regulação da água e do formato anacrônico assumido pela lei que dispõe sobre esse recurso natural. Esse caráter disforme que marca a Lei das Águas decorre da inadequação de seu desenho para a gestão dos recursos hídricos na Amazônia.

No desenho desse instrumento normativo não foi prevista a plasticidade necessária para a inclusão de especificidades tanto relativas aos atores que acessam e usam recursos hídricos quanto de

biomas diferenciados, como os da Amazônia. Se o arranjo federalista brasileiro é um elemento que torna mais complexa a gestão da água nesta região e impõe custos de transação aos atores que acessam e usam esse recurso vital, a característica desses atores é outro elemento fundamental para a análise da inadequação dessa regulação na Amazônia.

Os dados coletados na pesquisa “Gestão das águas na Amazônia: peculiaridades e desafios no contexto sócio-político regional da Bacia do Rio Purus” e também em fontes secundárias subsidiam do ponto de vista empírico a compreensão da especificidade amazônica no tocante à gestão dos recursos hídricos. A bacia do Purus é uma bacia hidrográfica que representa a complexidade da regulação em áreas amazônicas e é marcada por uma população rarefeita. Nela a ação antrópica promove baixíssimo impacto sobre os recursos hídricos. Para bacias hidrográficas como a do Purus, a abundância da água deveria ser o elemento norteador do modelo de gestão.

A gestão que decorre do modelo regulatório da água no Brasil impõe a atores dotados de menor grau de empoderamento custos de transação altíssimos para a participação no processo regulatório. Esta demonstração está descrita na seção deste artigo que trata do caráter inadequado da Lei de Águas à gestão das águas na Amazônia e aos acessos e uso que os ribeirinhos fazem desse recurso natural através de análise utilizando lógica *fuzzy*. Trata-se de uma ferramenta da inteligência computacional que permite demonstrar que entre a certeza de ser e a certeza de não ser, existem infinitas possibilidades. Assim, sistemas ambientais e sua relação com os fenômenos antrópicos que constituem uma realidade de grande complexidade podem ser modelados através dessa ferramenta permitindo que cenários permeados por complexidades sejam interpretados e analisados.

O uso dessa ferramenta permitiu a associação entre o conceito de usuário presente no marco regulatório da água no Brasil (Lei 9.433/97 - Lei das Águas) e o acesso e uso que atores locais fazem dos recursos hídricos da Bacia do Purus. O resultado encontrado através da modelagem realizada a partir da Lógica *Fuzzy* é demonstrado graficamente e demonstra o anacronismo da lei para regiões amazônicas.

A regulação doméstica dos recursos hídricos no Brasil

A redemocratização e a promulgação da Constituição de 1988 tornaram o Brasil um país com um elevado grau de descentralização

(Souza, 1997, 2003; Abrucio, 1998; Arretche, 1999; Arretche e Rodden, 2004). No entanto, as desigualdades regionais passaram a balizar as interações federativas (Souza, 2003).

Justamente nas desigualdades regionais reside o ponto de estrangulamento das políticas setoriais dirigidas para a Amazônia, das quais a regulação dos recursos hídricos é uma delas. É importante notar que os padrões distributivos dessas políticas na Amazônia são diferenciados das demais regiões do país. Parece óbvia esta assertiva, no entanto, o que destoia do trivial em relação à implementação de políticas públicas na Amazônia, é a captura por instâncias locais de arenas onde a União deveria ter maior coordenação dessas políticas. Na Região Amazônica, políticas setoriais se tornam alvo de captura pelas instâncias locais para otimizar resultados originados por estratégias distributivas. (Ravena, 2008)

A partir da descentralização e dos pressupostos de participação popular como critérios de eficiência na implementação de políticas públicas, as instâncias federativas municipais têm adaptado sua burocracia deficitária para que a captura seja eficiente e tenha cobertura institucional. Essa adaptação também imprime uma característica peculiar à racionalidade das políticas públicas direcionadas para a Amazônia. Não se trata da adaptação aos diferenciais resultantes das peculiaridades regionais delineadas pela formação histórica da região e na relação da população com o meio ambiente. A adaptação se processa no interior das estruturas burocráticas deficientes que operam em todas as instâncias federativas. (Arretche, 1999; Arretche e Rodden, 2004; Ravena, 2008).

Assim, água, enquanto objeto de políticas setoriais, no Brasil, foi um recurso natural sobre o qual a fragmentação das políticas destinadas a sua regulação garantiu a grupos diferenciados na burocracia a manutenção de seus orçamentos e de sua sobrevivência, aparentemente enquadrando-se como um fenômeno típico do modelo burocrático moderno de Niskanen (1971).

Mas a questão que permanece é: qual o modelo a ser adotado para uma regulação que permita a inclusão das especificidades institucionais e regionais da Amazônia no desenho regulatório? Como resposta mais imediata e numa perspectiva complementar a análise institucional que considera o papel das burocracias, o conceito de arranjos policêntricos (Ostrom *et al.* 1993) para o manejo de recursos naturais. Esses formatos institucionais são o argumento central da autora no enfrentamento dos dilemas colocados pela interação

stakeholders e burocracia. Tais arranjos estressam ao máximo a capacidade de manter certa coesão institucional com níveis bastante elevados de descentralização e fragmentação de políticas.

No Brasil, até 1997, o Estado foi o ator de maior relevância na formulação de políticas destinadas à gestão da água. A regulação da água, entretanto, mudou, assim como o desenho institucional que balizava os conflitos entre os atores que operavam na antiga arena regulatória relativa a recursos hídricos.

A primeira política relativa a recursos hídricos foi definida tomando os recursos hídricos apenas como bens de produção. Basicamente grupos ligados aos setores industriais e energéticos eram os que interagiam na arena regulatória¹. No atual marco regulatório originado da Lei 944/33, a lei das Águas, a bacia hidrográfica foi escolhida como unidade territorial de intervenção. Esta unidade territorial perpassa fisicamente unidades políticas, como estados e municípios, e é importante destacar que os agentes envolvidos na arena regulatória, interferem nessa política, potencializando ou retirando recursos de poder de atores com menor grau de organização².

É notório o grau de permeabilidade à ação de interesses organizados que o formato dessa política conferiu à Agência Nacional de Águas (ANA). A proposta do novo desenho institucional instaurado pela Lei 9.433 de 1997 apontava como meta, a gestão participativa enquanto elemento que possibilitasse uma maior equidade na distribuição dos recursos de poder, porém, o engavetamento do projeto de implementação das agências de bacia e a captura por burocratas da União da agenda regulatória desconfigurou essas agências que devem implementar a política de recursos hídricos. Mais

¹A primeira legislação sobre o gerenciamento de recursos hídricos data de dez de junho de 1930. Em 1948, outro arranjo baseado nos modelos norte-americanos gestados na perspectiva custo-benefício originou a formação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF). Este arranjo colocava o Estado como empreendedor das ações relativas aos recursos hídricos (principalmente na questão energética) e era diferente do modelo burocrático instaurado em 1934. A Lei Federal nº. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, também denominada Lei das Águas, propôs um modelo de gestão de recursos hídricos que, de certa forma, mudou o desenho que até aquele momento vinha balizando a interação dos atores nos conflitos que envolvem esse recurso.

²A administração pública que ocupa posições chave nas unidades subnacionais envolvidas no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), também atende a interesses locais que podem ser mais ou menos organizados e incluir, ou não, sociedades cujas especificidades do acesso e uso da água são diferenciadas das demais, isto depende da interação entre os stakeholders envolvidos na arena regulatória.

que isso, nas bacias federais onde gestão deveria acompanhar outro tipo de racionalidade em relação à gestão, incorporando as diferentes formas de uso que os ribeirinhos dão aos recursos hídricos da bacia.

Nos desenho institucional da Lei das Águas, a gestão dos recursos hídricos compreende a participação do Poder Público e dos usuários. A participação nos fóruns de regulamentação e decisão, o marco legal somente menciona os usuários, que podem ser consumidores, empresários ligados a exploração e distribuição de água ou mesmo pescadores ligados à pesca predatória, por exemplo. Dessa forma, a definição de usuário é ampla o bastante para incluir os consumidores e permissiva também a grupos organizados que irão operar nos comitês de bacia. No caso de bacias hidrográficas cuja área compreenda também terras indígenas, como a bacia do Purus (Figura 1), é prescrita a participação de um representante dos índios que necessariamente seja funcionário da Fundação Nacional do Índio (FUNAI) e um representante das comunidades indígenas. Nada garante que um indivíduo, que pertence à burocracia federal responsável pela tutela dos indígenas brasileiros, defenda os interesses desses grupos em consonância com os interesses da União, como prescreve a lei.

Os comitês de bacia são parte dos fóruns deliberativos de gestão dos recursos hídricos. De forma resumida, os comitês de bacia têm como atribuição aprovar o plano de recursos hídricos da bacia, arbitrar em primeira instância os conflitos relacionados aos recursos hídricos, estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso desses recursos e sugerir os valores a serem cobrados e estabelecimento de critérios e promoção do rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo. Todas as deliberações dos comitês, contudo, são passíveis de recurso junto ao Conselho Nacional ou aos conselhos estaduais de recursos hídricos, de acordo com a esfera de competência.

Considerando que nos comitês de bacia e no Conselho Nacional de Recursos Hídricos é contemplada a participação dos usuários, é fundamental identificar de que maneira pode ocorrer a inserção nas arenas decisórias do conhecimento tradicional de comunidades ribeirinhas nas políticas setoriais destinadas a esse recurso natural. Assim, os comitês de bacia no nível local e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos são organizações privilegiadas para que seja verificado em seu desenho, os avanços e os limites no tocante à participação de atores com menor grau de organização, como por exemplo, as populações indígenas e os ribeirinhos. Na bacia do rio

Purus, unidade territorial de análise deste artigo, não é trivial essa análise. A bacia é enquadrada na categoria de transfronteiriça e inclui em sua área de drenagem várias etnias indígenas que não tem recursos de poder para interferir na gestão dessa bacia.

No caso da bacia do Purus, por se tratar de uma bacia federal e transfronteiriça a complexidade da participação se amplia demasiadamente. Assim, a partir dessas atribuições é possível perceber que no desenho da Lei 9.433, o uso múltiplo, enquanto ferramenta fundamental na gestão da água na Amazônia encontra dificuldades para ser racionalmente gerido, isto porque, o princípio da escassez é o que norteia a Lei das Águas. Por outro lado, se a abundância de água na Amazônia, atualmente tem se mostrado como regra, a mudança climática e fenômenos de longo prazo, como adensamento do uso do território, exigem que haja mudanças para que as populações tradicionais garantam seus usos específicos nas decisões que ocorrerem acerca da gestão das águas na bacia do Purus. É importante demonstrar que esses atores e suas práticas relativas ao acesso e uso da água são diferenciados dos usos preconizados pela lei.

É notório que, se o modelo de gestão dos recursos hídricos pretende ser descentralizado, mas a forma de distribuição dos recursos de poder é fortemente marcada pela centralização e pelo desconhecimento das diferenças regionais. O Conselho Nacional é um órgão composto por representantes de órgãos governamentais (metade dos representantes são de órgãos federais), usuários e representantes das organizações civis de recursos hídricos, porém, presidido pelo Ministro titular do Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal e é a arena decisória de última instância.

Para a Amazônia ainda estão em debate às questões relativas à formação dos comitês de bacia em função das especificidades das bacias hidrográficas da região, portanto, a forma como as agências responsáveis pela implementação da Lei 9.433/97 serão objeto de disputa por grupos organizados intermediados por burocratas a eles vinculados, deve constituir-se em preocupação. Um dos pontos centrais da Lei 9.433/97 foi o estabelecimento da outorga como instrumento privilegiado de regulação de recursos hídricos³.

³ A cobrança depende da outorga que é autorizada pela Agência Nacional de Águas. Este desenho, talvez, seja o maior obstáculo da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos na Amazônia. A dificuldade associa-se a dois elementos característicos da região: ausência de capital social no tocante ao estabelecimento dos comitês de bacia e ausência de agentes públicos no nível

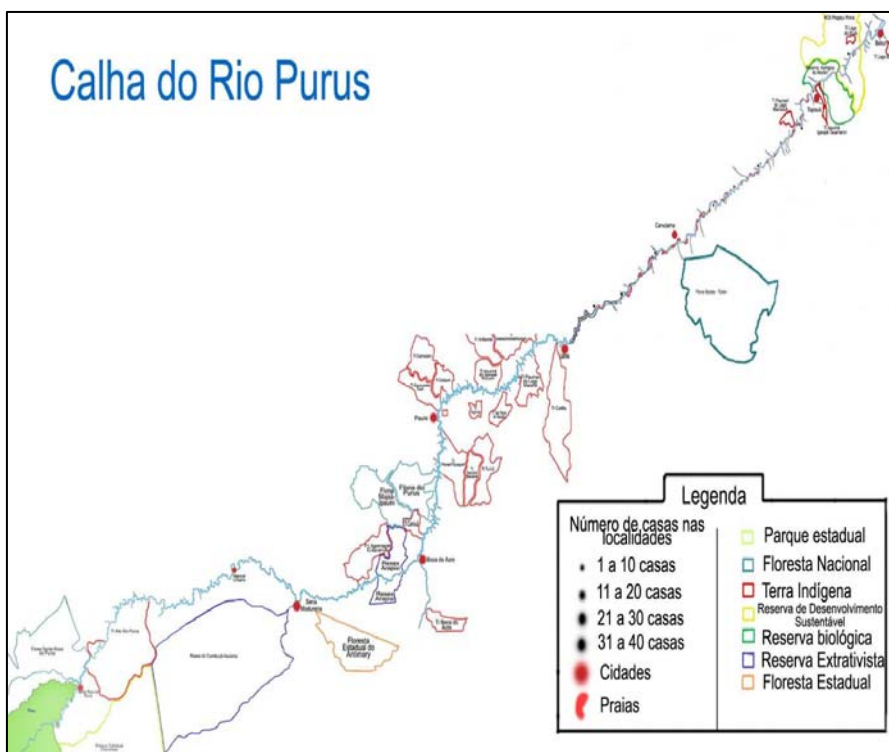


Figura 1 - Croqui do Rio Purus
 Fonte: Projeto de Pesquisa Gestão das Águas na Amazônia, 2007.

A Lei 9984 de 2000 que dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas estabelece que ela é o órgão responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos tendo como prerrogativa “outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União” e também implementar, em articulação com os comitês de bacia

regional dotados de expertise para a alimentação de dados relativos à qualidade dos corpos d’água bem como do gerenciamento do SINGREH. A concessão de outorga, então, parte de elementos que certamente não estão inseridos no marco regulatório proposto pela Política Nacional de Recursos Hídricos que passa a adquirir um caráter insular no tocante à tomada de decisão de onde e a quem conceder a outorga da utilização dos recursos hídricos. Nas várias bacias hidrográficas que compõem a área de drenagem da Bacia Amazônica, o quadro é preocupante quando o foco é uma escala de longo prazo. Considerando que os usuários dos recursos não se enquadram no modelo da Lei de Águas e que a cobrança como uma ferramenta de gestão não pode, portanto, ser aplicada, o desinteresse por estratégias de conservação dessas bacias parece ser a prática dos burocratas alocados nas esferas federais.

hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União. As agências regulatórias, tanto no nível nacional quanto no estadual constituem as instituições onde recursos de poder serão acionados a partir da associação dessas duas prerrogativas, que tem como elemento balizador da cobrança e da outorga, a definição de usuário.

Para o Purus, é possível preliminarmente demonstrar que a definição de usuário não se enquadra nos pressupostos estabelecidos na Lei das Águas.

A figura acima apresenta a caracterização do tipo de unidade político-territorial que se apresenta na calha do Purus. Esta caracterização foi feita em 5 viagens de campo ocorridas entre 2006 e 2010 e demonstra que as comunidades que se localizam ao longo do rio compartilham o espaço com diversas unidades de conservação e terras indígenas. Assim, o arranjo espacial da calha do rio permite demonstrar juntamente com os usos dos recursos hídricos, que numa perspectiva de curto prazo, os instrumentos da regulação da água no Brasil encontram dificuldades estruturais para que haja uma operacionalização da gestão de recursos hídricos nessa Bacia uma vez que o marco regulatório não comporta estas realidades regionais. Outro componente problemático identificado nas pesquisas de campo foi o baixo nível de consciência da população acerca do papel estratégico dos recursos hídricos. Isto decorre tanto da ausência de capital social, como da abundância quantitativa desse recurso. Este fato que aparentemente pode parecer trivial, na verdade impede que os integrantes de populações tradicionais que habitam a bacia interfiram nas formulações das políticas destinadas a ela, ou mesmo, sejam beneficiários dessas políticas, pois, o acesso e uso da água da bacia do Purus, feito por essa população não é considerado no marco legal que regula o acesso e uso dos recursos hídricos em bacias federais. Assim, não ser um usuário, num primeiro momento, pode parecer uma vantagem para os indivíduos que vivem na Bacia, pois não terão que pagar por seus usos, mas em longo prazo pode impedir a participação desses atores nos fóruns decisórios locais, como os comitês de bacia. Esse comportamento estimula a captura da agenda por outros atores que necessariamente não possuem estratégias de conservação, mas que se configuram como usuários. Irrigantes, companhias de pesca empresarial ou mesmo pescadores de grandes barcos que utilizam técnicas de arrastão podem ser enquadrados como usuários na Lei das Águas e atuam no Purus, enquanto que estas populações que desempenham atividades múltiplas

simultaneamente sem promover impactos significativos na bacia, não.

A seção seguinte descreverá as atividades de alguns usuários da Bacia do Purus. Esta descrição é importante para a compreensão dos processos de construção da base de conhecimento através de regras que alimentam o sistema de inferência que utiliza a Lógica *Fuzzy*, que busca identificar qual a associação existente entre as populações que acessam e usam a água da bacia deste rio e a definição de usuário proposta pelo marco legal regulatório da Lei de Águas.

Uma visão das especificidades sócio-políticas da bacia do purus

A viagem até a bacia do rio Purus não se constitui em tarefa simples. Chega-se à cidade de Lábrea, constante no mapa da Figura 2, de onde se pode viajar a foz da bacia do Purus de duas maneiras, considerando como ponto de partida a cidade de Manaus. A primeira alternativa é a viagem de barco que dura cerca de sete dias e sete noites, e a segunda opção é a viagem de avião bimotor que tem duração de três horas. É importante destacar que apenas uma empresa aérea faz esse trajeto na bacia do Purus. Descendo esse rio, que é o mais sinuoso da bacia Amazônica, é possível visualizar uma realidade que escapa às definições mais restritas do que seria uma sociedade pertencente à dinâmica regional e doméstica que orientou a formulação da Lei das Águas.

A bacia hidrográfica do Purus é complexa tanto no tocante à sua toponímia, quanto às formas de acesso e uso que as populações que se situam na bacia fazem dos recursos naturais. A complexidade também se expressa nas relações sociais que envolvem estes processos. Sua várzea é navegável até o município de Lábrea e no restante da bacia somente é possível transitar por avião ou em rodovias estaduais. Em outras palavras, tanto do ponto de vista da capacidade institucional dos municípios quanto dos processos sociais que dariam origem à construção de capital social, a região parece configurar algo atípico aos padrões frequentes no restante do país. Patronagem, ausência de instituições e dinâmica de fronteira de recursos naturais poderiam ser os elementos que resumem a configuração política da bacia do Purus. Do ponto de vista social, no entanto, é interessante notar que a integração de indivíduos de grupos indígenas a comunidades ribeirinhas produziu uma interessante forma de acessar e usar os recursos naturais pertencentes a essa bacia hidrográfica.

Nas 5 viagens de campo as estratégias e logística das pesquisas se submeteram à dinâmica do rio. Para a várzea, o período propício às pesquisas correspondia ao período de cheia na Bacia do Purus que compreende aos meses de novembro a abril. As comunidades tradicionais e as aldeias indígenas nesse período puderam ser acessadas e entrevistadas. No período de seca, de maio a outubro, a estratégia foi modificada e entrevistas e pesquisa de campo foram realizadas nos núcleos urbanos das nove cidades localizadas na calha do Purus.



Figura 2 - Mapa com a localização da sub-bacia do Purus e seus municípios.
 Fonte: <http://sigma.cptec.inpe.br/purus/img/localiza.jpg>

O mapa acima apresenta a divisão política com os nove municípios da calha e o curso do rio com duas partes: uma navegável, caracterizada pelo bioma de várzea, que compreende o trecho já referido de Beruri até Lábrea e outra com graus de antropização maiores e marcada pela existência de pastagens, principalmente no trecho que vai de Pauini à Boca do Acre onde são visíveis os efeitos da antropização na diminuição de cobertura florestal.

Como demonstrado na figura 01 a configuração sócio-política e territorial da ocupação da Calha do Purus é complexa. Também os

usos dos recursos naturais não acompanham uma racionalidade binária ou seccionada.

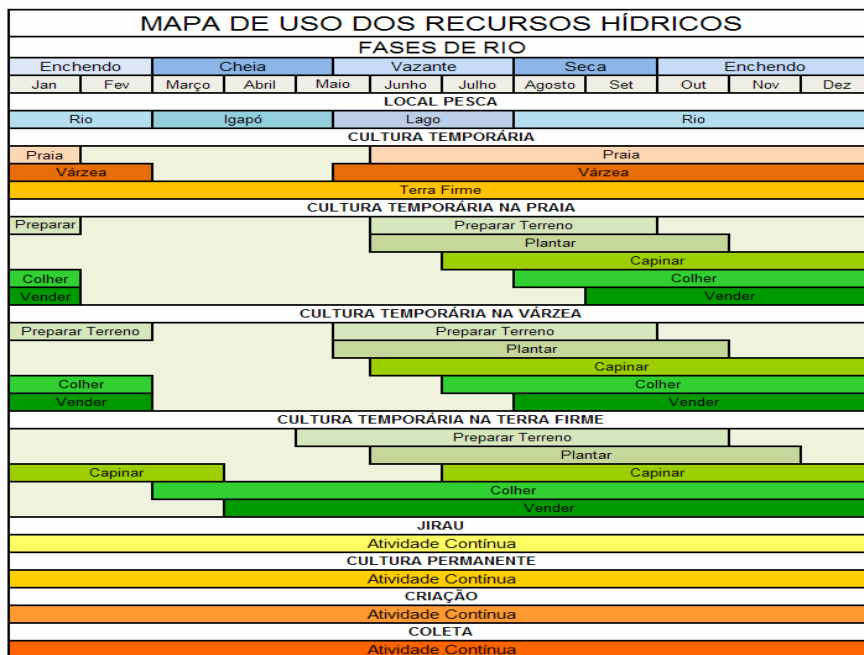


Figura 03: calendário de uso dos recursos naturais de acordo com o ciclo do rio.
Fonte: trabalho de campo-setembro/2006, 2007, 2008, 2009, 2010.

O quadro acima permite verificar de forma detalhada o entrelaçamento entre atividades econômico-sociais e o rio. Preparar o terreno, capinar, colher e vender são atividades que estão associadas à dinâmica do rio nas formas de quando o mesmo está enchendo, cheia, vazante, seca e enchendo novamente. Esta dinâmica, no quadro, também se associa aos meses do ano. O entrecimento dessas três variáveis: tempo, vazão e atividade econômica exigem que a análise seja multivariada, pois a complexidade da simultaneidade das atividades exige este tipo de abordagem metodológica. A tabela a seguir sumariza o quadro acima demonstrando como as comunidades tradicionais da Bacia do Purus acessam e usam recursos hídricos nessa bacia. O quadro e a tabela foram elaborados com base nas 100 entrevistas e observações realizadas nas pesquisas de campo no percurso de 2.287 km do rio associam a simultaneidade do uso dos recursos hídricos, com a sazonalidade do rio demonstrando que as vazões determinam

práticas de acesso e uso dos recursos naturais e o papel estruturante do rio no modo de vida dessas populações.

Meses	J a n	F e v	M a r	A b r	M a i	J u n	J u l	A g o	S e t	O u t	N o v	Dez
Ciclo do rio	Enchendo		Cheia			Vazante			Seca		Enchendo	
Pesca	Rio		Igapó			Lago			Rio			
Agricultura	Várzea		Terra firme			Várzea			Praia		Várzea	
Extrativismo	Castanha		Castanha e látex			Látex e andiroba			Látex			

Figura 04: atividades desenvolvidas de acordo com a dinâmica do rio Purus.
Fonte: trabalho de campo-setembro/2006, 2007, 2008, 2009, 2010.

A descrição dos movimentos do rio associada a atividades econômicas e sociais abrange todas as populações dessa bacia. Indígenas, ribeirinhos e habitantes da cidade estão conectados aos movimentos da vazão do Purus. As cidades que se localizam na várzea apresentam uma dinâmica urbana conectada ao modo de vida ribeirinho, vendendo a produção destes. Todavia, também são o espaço para onde convergem os serviços como saúde e onde as atividades da burocracia estatal são desenvolvidas. No entanto, grande parte da população localizada na Bacia, vive em pequenas comunidades distribuídas ao longo da calha do rio.



Figura 5 - Comunidade ribeirinha do rio Purus
Fonte: Projeto de Pesquisa Gestão das Águas na Amazônia, 2007.

A foto apresenta a paisagem que caracteriza o modo de vida dos ribeirinhos distribuídos em pequenas comunidades próximas a núcleos urbanos da calha do Purus. As casas sobre o rio são montadas sobre barris e presas às margens através de cabos de aço que permitem uma mobilidade dessas casas conforme as vazões do rio ocorrem.

A dinâmica do rio e do acesso e uso de recursos naturais, que caracteriza a realidade dessa bacia da região amazônica, não pode ser modelada, restringindo a complexidade das atividades descritas acima a um conjunto binário de classificação. É importante pontuar que se há simultaneidade de atividades econômicas, sociais há também simultaneidade de biomas. A agricultura na várzea ou na praia ou na terra firme, é associada a extração de castanha e à pesca no rio, quando os níveis da vazão mínima estão subindo. Em todos os períodos do ano as atividades que utilizam os recursos hídricos mantêm uma interdependência com a dinâmica da vazão.

A modelagem dessas atividades, a partir da utilização de ferramentas estatísticas tradicionais, circunscreve a elaboração dos bancos de dados a um conjunto *crisp* set. Com este tipo de banco de dados, ficam perdidas as possibilidades de demonstração de como a frequência, a simultaneidade e a complementaridade se entretecem no modo de vida dessas populações cuja existência está intimamente ligada ao rio.

A simultaneidade e a complementaridade são as características marcantes destes usos. O quadro e as figuras permitem visualizar a existência de lógicas tradicionais de acesso e uso de recursos hídricos por populações tradicionais onde a análise a partir da lógica *fuzzy* permite tanto demonstração mais aproximada do seu modo de vida quanto a evidência empírica do grau de pertencimento desses habitantes à categoria de usuário definida na Lei das Águas. A importância empírica da utilização dessa ferramenta encontra-se na possibilidade de demonstrar, através da inteligência computacional e não somente de análises discursivas, que o acesso e uso que esses povos fazem da água do rio Purus deve ser contemplado.

Como descrito anteriormente, nas viagens de campo, foram realizadas 100 entrevistas com ribeirinhos de diferentes comunidades, como a visualizada pela Figura 1(croqui), e a descrição dos usos dos recursos hídricos de forma variada e simultânea, apresentada no quadro resultou dos dados coletados nas entrevistas.

Esses dados permitiram a identificação das variáveis de entrada compuseram o perfil de uso da água na bacia do Purus, e a comparação desses usos com os perfis de uso descritos na Lei das

Águas. A frequência das informações sobre os usos feitos pelos ribeirinhos associadas à definição de usuário presente na Lei das Águas possibilitou a construção de um conjunto de regras fuzzy que definiu o grau de pertencimento desses atores à arena política de definição das políticas setoriais destinadas a recursos hídricos.

As informações coletadas em cinco anos de pesquisa configuram o modo de vida dos habitantes das comunidades ribeirinhas e indígenas que pertencem à Bacia do Purus. Submetido ao sistema de inferência *fuzzy*, pode-se demonstrar que estes habitantes da bacia, mesmo acessando e utilizando recursos hídricos, contribuindo, inclusive para sua conservação, não são considerados pela regulação da água no Brasil. Demonstrar isso graficamente é um caminho para que se compreenda a inadequação do marco regulatório brasileiro para a região amazônica.

Uma inferência a partir da lógica Fuzzy das especificidades dos usos da água na bacia do purus.

Na Lógica *Fuzzy*, uma afirmação necessariamente não precisa ser exclusivamente verdadeira, podendo ser um pouco verdadeira, bastante verdadeira, ou muito verdadeira, ou outras variações possíveis dentro de um determinado universo de discurso. (Baron *et al*, 2001; Wang e Lin 2003; Ragin, 2008). Essa é uma forma usual que o ser humano utiliza para expressar suas percepções, não ficando exclusivamente preso a conclusões bivalentes de sim ou não (Luger, 2004; Wang, 1997; Russel e Norvig, 1995; Wang e Lin, 2003). O manejo de recursos hídricos pressupõe conflitos pelos seus usos e a lógica fuzzy é uma ferramenta eficiente para a análise dos conflitos na dimensão humana e também ambiental. (Wolf, 2002; Giordano *et al*, 2005; Madani, 2010), Para questões ligadas a recursos hídricos, esta metodologia permite também diminuir incertezas e estabelecer padrões de qualidade da água para os diversos usos da mesma. (Chang, Chen e Ning, 2001)

A lógica *fuzzy* estende a representação do raciocínio bi-valorado para um raciocínio multi-valorado, diferenciando-se da lógica clássica. Assim, permite o tratamento do conhecimento incerto, utilizando métodos e princípios do raciocínio humano, onde a busca pelo significado da informação, não requer a nitidez proporcionada, e nem sempre disponível, da lógica formal. (Luger, 2004; Wang, 1997; Russel e Norvig, 1995; Ragin, 2008).

Para análise de acesso e uso dos Recursos Hídricos na Bacia do Purus associada à categoria de usuário, definida no marco legal de

regulação dos recursos hídricos no Brasil, foi utilizada a Lógica Fuzzy para a elaboração de um modelo de representação dessa associação. O objetivo é que essa ferramenta possa demonstrar graficamente, se as populações tradicionais amazônicas integram, ou não, a categoria de usuário definida no marco regulatório dos recursos hídricos no Brasil. A peculiaridade desta demonstração está na possibilidade de se modelar incertezas presentes nas descrições acerca de cada uma das atividades ligadas à utilização de recursos hídricos bem como na definição de categoria usuário nos documentos oficiais da regulação de recursos hídricos no Brasil. A conversão de bases de dados qualitativa através de um Sistema Fuzzy permite que a modelagem revele o caráter multivariado das atividades das populações tradicionais da Bacia do Rio Purus associado ao marco regulatório. O processo analítico não se opera numa base de dados discursiva, mas sim, através de uma análise que utiliza esta técnica da Inteligência Computacional. A Lógica Fuzzy permite a construção de uma base de regras para determinar a categoria usuário de recursos hídricos resultante da associação entre as entrevistas realizadas em campo na Bacia do Purus e o que é descrito no Marco Regulatório dos Recursos Hídricos.

Um agricultor do rio Purus se vê tanto como agricultor como pescador além de extrativista, ou seja, um pertencimento que não se enquadra em uma perspectiva bivalente.

As populações tradicionais localizadas na Bacia do Rio Purus definiram as atividades, como pesca, agricultura, e outras, a partir da frequência com que exercem a atividade: baixa, regular e alta e sempre associadas à vazão e período do ano em que faziam, além de relatarem a simultaneidade entre elas. Não houve nas pesquisas de campo uma atribuição bi-valorada ao exercício de cada atividade como demonstrado na figura 7 (mapa de frequência). Assim, neste artigo foi utilizado um Sistema de Inferência Fuzzy, ou Sistema Fuzzy, que é formado basicamente por quatro elementos: o fuzzificador; a máquina de inferência; o banco de regras e o defuzzificador. Estes realizam o mapeamento entre os valores de entrada do sistema e uma saída através da utilização da Lógica Fuzzy conforme Máquina de Inferência:

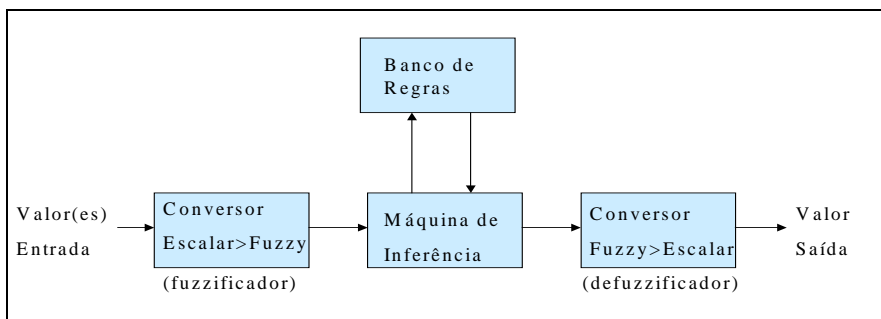


Figura 6: Estrutura de um Sistema Fuzzy

Uma vez recebido o valor de entrada para uma determinada variável lingüística, esse valor é convertido em um valor fuzzy, através da função de pertinência relacionada à variável lingüística, para identificar o grau de pertinência para esta entrada específica.

A máquina de inferência aplica os graus de pertinências sobre o antecedente das regras fuzzy ativadas pelos valores de entrada baseados nas pesquisas de campo realizadas no Purus, gerando um grau de suporte, que é aplicado sobre o conseqüente da regra para definir o conjunto fuzzy de saída, para cada regra ativada. Para concluir o processo de inferência todos os conjuntos fuzzy de saída são agregados em único conjunto de saída fuzzy, e o defuzzificador é responsável em transformar esse conjunto fuzzy em um único número. Depois dessa etapa passa-se à ativação da base de regras⁴,

⁴A arquitetura do modelo sistêmico fuzzy desenhado para o projeto Purus, e é composto pelos seguintes elementos: **Variáveis de entrada:** São os 5 valores que serão submetidas ao modelo fuzzy, que expressam a freqüência de cada uma das atividades que utilizam direta ou indiretamente a água da bacia. Essas atividades são: pesca, agricultura, caça, criação de animais e extrativismo. As variáveis descrevem a intensidade com que cada uma dessas atividades são exercidas, estando os valores de entrada no intervalo [0 1], onde os valores positivos mais próximos de zero, representam uma baixa freqüência da atividade, os valores mais próximos de 0.5 representam uma atividade regular, e os valores próximos de 1, representam uma freqüência mais intensa da atividade. **Base de Conhecimento:** A base de conhecimento contém todas as regras fuzzy que foram codificadas para representar o conhecimento do especialista, e é utilizada para fazer o mapeamento entre as variáveis de entrada e a variável de saída. Dependendo dos valores das variáveis de entrada, serão selecionadas as regras fuzzy sensíveis a esses valores, para que o ocorra o mapeamento desses valores com a variável de saída, através da geração de um conjunto fuzzy de saída. **Variável de Saída:** A variável de saída determina o potencial de uma família ser classificada como usuário da água no interior do marco legal dos recursos hídricos, dependendo das atividades desenvolvidas pelo grupo familiar e a freqüências em que essas atividades ocorrem. O valor da variável de saída é encontrado através da

realizada com a associação entre as variáveis lingüísticas resultantes das pesquisas de campo e a definição de usuário presente no Marco Regulatório dos Recursos Hídricos.

Tabela 1 - Inferência de casos

Caso	Pesca	Agricultura	Caça	Criação de animal	Extrativismo	Pertencimento a categoria de usuário
1	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,130
2	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,387
3	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000	0,387
4	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250	0,411
5	0,750	0,750	0,250	0,250	0,250	0,500
6	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,500
7	1,000	1,000	0,000	0,000	0,000	0,870

Fonte: Projeto Gestão das Águas/PPG7, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010

A inferência apresentada no caso 1 demonstra atividades de indivíduos que não utilizam intensivamente recursos hídricos. São os moradores das cidades que desempenham funções burocráticas e outras atividades que não acessam e usam diretamente recursos hídricos. Mesmo assim, eles foram interpretados como usuários, mas no nível mais baixo de integração no marco legal brasileiro. É interessante notar que o caso 2, que tem se mostrado como o mais representativo das comunidades ribeirinhas em toda a Amazônia, o pertencimento continua num baixo grau. Isto corrobora a suposição de que esses atores serão expropriados de recursos de poder para decidir sobre a política dos recursos hídricos referente à bacia do Purus, pois não poderão participar como usuários no comitê de bacia caso este seja criado. A análise indica que suas demandas e especificidades, incluindo o uso sustentável de recursos hídricos, serão descartadas dos planos de bacia elaborados por outros atores que terão assento nesse Comitê, que representarão interesses diversos daqueles que marcam as especificidades do modo de viver ribeirinho. É interessante notar que mesmo com a atividade intensa de todos os usos, não é possibilitado às populações tradicionais ter assento como usuário no desenho da regulação da água em bacias hidrográficas federais como a do Purus. Os casos 3, 4, 5 e 6

transformação do conjunto fuzzy de saída em um único número. Existem diversos métodos para essa transformação, pelo método aqui utilizado esse valor é definido através do centróide de uma função bi-dimensional que representa área definida pelo conjunto fuzzy de saída.

representam as variantes do modo de viver dos ribeirinhos e indígenas no Purus e nenhuma delas é contemplada pela lei mesmo tendo graus maiores de pertencimento à categoria de usuário.

No entanto, uma ironia, na classificação de usuário é permitida pela classificação legal dessa categoria de participante de fóruns decisórios de políticas setoriais destinadas à água no Brasil: o privilégio e o empoderamento de atores que detêm atividades de alto impacto ambiental e predatório. O caso 4 da inferência *fuzzy*, representa respectivamente fazendeiros e empresas de pesca predatória. No caso do Purus, a representação mais nefasta do desdobramento institucional da Lei das Águas é reproduzir modelos de dominação política, como a patronagem, que ampliam e intensificam a escala de exploração de populações como os ribeirinhos e indígenas por donos de terra e proprietários de barcos pesqueiros. O gráfico de superfície apresentado na figura 4, expressa visualmente o Sistema Fuzzy de inferência e expressa graficamente o comportamento das variáveis de entrada relativo à pesca e agricultura, em relação à variável de saída, categoria de usuário de Recursos Hídricos.

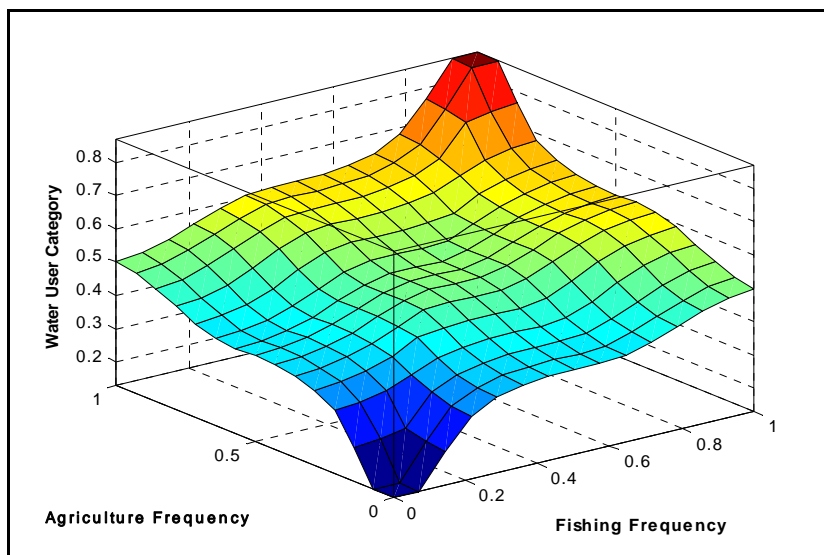


Figura 7 - Modelo de representação da categoria de usuário da água, através da variação das frequências de agricultura e pesca.
Fonte: Projeto Gestão das Águas/PPG7, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010 e Mathworks, 1999 (com modificações)

Pode-se perceber através deste gráfico que uma família será considerada um forte usuário de água apenas se praticar as atividades de pesca e agricultura, e desde que estas atividades tendam a uma alta frequência. Caso isso ocorra apenas para a pesca, ou apenas para a agricultura, o máximo que uma família alcança na categoria de usuário de água é 0.5, o que na partição *fuzzy* de usuário 'regular', não representa a realidade desta família.

Assim, a análise das inferências decorrentes da base de regras construída sobre os bancos de dados resultantes das pesquisas de campo permite visualizar graficamente as formas de uso dos recursos hídricos da bacia do Purus inserindo todos os habitantes das comunidades tradicionais e suas atividades no modelo que utilizou a Lógica Fuzzy como ferramenta para a construção do modelo de análise.

Considerações finais

As especificidades de populações tradicionais, enquanto demandas a serem configuradas para a elaboração de políticas públicas tem sido uma busca constante de tomadores de decisão. No entanto, os mecanismos de compreensão e de demonstração dessas especificidades são difíceis de elaborar, pois, demandam uma integração de áreas de conhecimento que na maioria das vezes não dispõem de interfaces. Novas ferramentas da computação inteligente, como a Lógica *Fuzzy*, abrem um leque de novas oportunidades para tratamento dos dados. Em decorrência de sua flexibilidade a Lógica Fuzzy permite que aspectos complexos da realidade sejam incorporados aos modelos de interpretação do objeto de análise, tornando-a mais eficiente que outros modelos matemáticos e estatísticos de interpretação, pois, essa ferramenta da Computação Inteligente não despreza os dados que não se enquadram numa perspectiva *crispset* e os enquadra no modelo. Mais que isso, dispondo de recursos gráficos que representam o conhecimento incerto, esta ferramenta, em fóruns deliberativos, permite aos tomadores de decisão uma visualização de situações onde a modelagem matemática clássica ou o discurso, às vezes, não conseguem fornecer subsídios suficientes para que ações sejam planejadas.

No caso aqui apresentado, a constatação através da Lógica Fuzzy do não pertencimento das populações tradicionais à categoria de usuário definida no Marco Regulatório dos Recursos Hídricos, e da subsequente criação de uma trajetória dependente de impedimento de participação de usuários da bacia do Purus, aponta para

conseqüências nefastas tanto para a biota da bacia quanto para as populações tradicionais que habitam a região, retirando das mesmas um direito civil básico: o de participação.

Referências

ABRUCIO, F. **Os Barões da Federação: os governadores e a redemocratização brasileira**. São Paulo: Editora Hucitec, 1998.

ARRETCHE, M. "Políticas Sociais no Brasil: Descentralização em um Estado Federativo". *Revista Brasileira de Ciências Sociais*. RSCB, ANPOCS, Rio de Janeiro. v.14, n.40, 1999.

ARRETCHE, M. e RODDEN, J. "Política distributiva na federação: estratégias eleitorais, barganhas legislativas e coalizões de governo". *Dados*, Rio de Janeiro, v. 47, n. 3, p. 549-576, 2004.

BARON, L.; ACHICHE, S. e BALAZINSKI, M. "Fuzzy decisionssystem knowledge base generation using a genetic algorithm". *International Journal of Approximate Reasoning*, p. 25-148, 2001.

CHANG, NI-BIN e CHEN, H. W. e NING, S. K. 2001. *Journal of Environmental Management*. v.63, Issue 3, p. 293-305 .

GIORDANO, R.; PASSARELLA, G.; URICCHIO, V. F. e VURRO, M. "Fuzzy cognitive maps for issue identification in a water resources conflict resolution system". *Physics and Chemistry of the Earth*, v. 30, p. 463-469, 2005.

KINGSTON, C. e CABALLERO, G. "Comparing Theories of Institutional Change". *Journal of Institutional Economics*. v. 5, n. 2, 2009.

LANNA, A. E. L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília: IBAMA, v.1, p. 171. 1995.

LEVI, M. "Uma lógica de mudança institucional". *Dados-Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, IUPERJ, v. 34, n. 1. 1991.

LUGER, G. F. **Inteligência artificial: estruturas e estratégias para a solução de problemas complexos**. Tradução Paulo Engel. 4. ed. Porto Alegre: Bookman. 2004.

MADANI, K. e HIPEL, K.W. Non-Cooperative Stability Definitions for Strategic Analysis of Generic Water Resources Conflicts. *Water Resources Management*. v. 25, n 8, p. 1949-1977. 2011.

MARCH, J.G. e OLSEN, J.P. "Neo-Institucionalismo: Fatores Organizacionais na Vida Política". *Revista de Sociologia e Política*. Curitiba, v. 16, n. 31, p.121-142, 2008.

Mathworks. Fuzzy toolbox user's guide: for use with MATLAB. Matlab 6.1. 1999.

NISKANEN, W. A. *Bureaucracy and representative government*. Chicago: Aldine-Antherton. 1971.

NORTH, D. C. *Institutions, institutional change and economic performance: political economy of institutions and decisions*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

RAVENA, N. e RAVENA-CAÑETE, V. "Reflexões sobre a integração Pan-Amazônica: o papel da Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA) na regulação da água". *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (ANPUR)*, v. 91, p. 131-144. 2007.

RAVENA, N. "Trajetórias Virtuozas na Regulação da Água no Brasil: os Pressupostos Inovadores do Código das Águas". *Papers do NAEA (UFPA)*, v. 1, p. 01/220-14, 2008.

RAVENA, N. "A regulação da água no Brasil: quando o domínio público era um pressuposto inovador". *Humanitas*, Belém, v. 22, p. 109-128. 2006.

RAGIN, C. C. *Redesigning Social Inquiry: Fuzzy Sets and Beyond*. Chicago: University of Chicago Press. 2008.

RUSSEL, S. e NORVIG, P. *Artificial intelligence: A modern approach and Intelligent Systems*. New Jersey: Prentice-Hall, Upper Saddle River. 1995.

SOUZA, C. "Federalismo e conflitos distributivos: Disputados Estados por recursos orçamentários federais". *DADOS - Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, v. 46, n. 2, p. 345-384. 2003.

SOUZA, C. *Constitutional engineering in Brazil: the politics of federalism and decentralization*. Londres, Nova York, Macmillan/St: Martin's Press, 1997.

OSTROM, E. "Beyond markets and states: polycentric governance of complex economic systems". *American Economic Review*, n. 100, p. 641-672. 2010.

OSTROM, E. "Institutional arrangements and the commons dilemma". In: OSTROM, V. e FENNY, D. e HARTMUT, P. (Ed.). *Rethinking institutional analysis and development*. San Francisco, Califórnia: Institute for Contemporary Studies. 1993.

WANG, L. *A course in Fuzzy systems and control*. New Jersey: Prentice-Hall, Upper Saddle River. 1997.

WANG, J. e YUNG-I, L. "A fuzzy multicriteria group decision making approach to select configuration items for software development". *Fuzzy Sets and Systems*, v.134, p. 343-363, 2003.

WILLIAMSON, O. E. "The economics of organization: the transaction cost approach". *The American Journal of Sociology*, Chicago, v. 87, n. 3, p. 548-577, 1981.

WOLF, A. "Conflict Prevention and Resolution in Water Systems". *The Management of Water Resources series*. Cheltenham, Ed. C.W. Howe, UK: Elgar. 2002.