

brasil em debate



8º Fórum Mundial da Água

Entrevista - Paulo Salles, diretor presidente da Adasa



Missão

Produzir e disseminar informações, estudos e análises sociais, econômicas, demográficas, cartográficas, urbanas, regionais e ambientais; analisar e avaliar políticas públicas para o Governo do Distrito Federal e sociedade.

Brasília em Debate - Ano 2018 - nº 18 - Março
1. Economia - Planejamento Territorial Distrito Federal (Brasil)
ISSN - 2316-820X

Carta ao leitor 5

Entrevista - Paulo Salles 7

Integridade ecológica e sustentabilidade
Mauro Lambert Ribeiro et al 10

A crise e o consumo de água em Brasília
Aldo Paviani e Alexandre Brandão 20

Governança da água na experiência de
elaboração do ZEE do Distrito Federal 27
Maria Sílvia Rossi

Comportamento da chuva e suas consequências
no abastecimento de água do Distrito Federal 36
Andréa M. Ramos et al

Água e população 44
Eugênio Giovanardi

Evolução da área irrigada por pivô-central no
Distrito Federal 46
Jorge Werneck e Lucas Ferraz



Foto: Paulo de Araújo - MMA
Capa Preservação das nascentes do DF



Foto: Dênio Simões - Agência Brasília
Segurança hídrica Bacia do Paranoá



Foto: Barbosa de Menezes - Site Elnbrqpa
Pivos-centrais Área irrigada aumentou



Foto: EBC - José Cruz - Agência Brasil
Chuvas Aumento do período seco

Brasília em Debate

Março - Ano 2018 - Nº 18

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL

Rodrigo Rollemberg - Governador
Renato Santana - Vice-Governador

**SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO
DO DISTRITO FEDERAL - SEPLAG**

Leany Barreiro de Sousa Lemos - Secretária

**COMPANHIA DE PLANEJAMENTO DO DISTRITO FEDERAL
CODEPLAN**

Lucio Remuzat Rennó Júnior - Presidente

DIRETORIA ADMINISTRATIVA E FINANCEIRA

Martinho Bezerra de Paiva - Diretor

DIRETORIA DE ESTUDOS E PESQUISAS SOCIOECONÔMICAS

Bruno de Oliveira Cruz - Diretor

DIRETORIA DE ESTUDOS E POLÍTICAS SOCIAIS

Ana Maria Nogales Vasconcelos - Diretora

DIRETORIA DE ESTUDOS URBANOS E AMBIENTAIS

Aldo Paviani - Diretor

CONSELHO EDITORIAL

Leany Lemos
Lucio Rennó
Aldo Paviani
Bruno Cruz
Alexandre Brandão
Jusçanio Souza
Sérgio Jatobá
Ana Maria Nogales
Maurício Bugarin
Roberto Piscitelli

Assessoria de Comunicação Social

Organização e revisão de periódico

Cláudia Cybelle Freire

Revisão de periódico

Alexandre Brandão

Revisão de texto

Heloísa Herdy

Editoração eletrônica e arte final

Mauro Moncaio

Capa / Foto:

Paulo de Araújo - MMA

Apoio

Nilva Rios, Eliane Menezes, Maurício Suda e Laerte Gouveia

Entrevista

Cláudia Cybelle Freire

Degração

Joaquina Neves Menezes

Observação:

- * Os artigos assinados são de inteira responsabilidade dos autores
- * Permitida a reprodução total ou parcial desde que citada a fonte

Periodicidade: quadrimestral

Tiragem impressa: 1 mil exemplares; policromia: 52 páginas

Versão online: www.codeplan.df.gov.br

1.Economia - Planejamento Territorial Distrito Federal (Brasil)
ISSN - 2316-820X

Companhia de Planejamento do Distrito Federal

Codeplan

SAM - Bloco H - Setores Complementares

CEP: 70.620-080 - Brasília-DF

Tel.: (0xx61) 3342-1021

www.codeplan.df.gov.br

codeplan@codeplan.df.gov.br

Expectativas do Distrito Federal para sediar o 8º Fórum Mundial da Água

A Água é tema da 18ª Edição da Revista Brasília em Debate. De cara nova, a Brasília em Debate é importante instrumento de disseminação de conhecimento e realça o papel da Codeplan na produção de estudos e pesquisas que orientam o planejamento do Governo de Brasília. Coloca-se assim como registro histórico dos debates atuais da agenda de políticas públicas do Distrito Federal.

Entre os dias 18 a 23 de março deste ano, Brasília sediará o 8º Fórum Mundial de Água, ocasião em que delegações e representantes de quase 200 países estarão no DF para discutir as questões ambientais, a crise hídrica e suas novas formas de enfrentamento e compartilhamento. O planeta estará voltado para o Brasil e para Brasília. Técnicos, cientistas, acadêmicos, gestores públicos e privados e cidadãos do mundo inteiro, debaterão sobre o futuro da ÁGUA no mundo, nosso bem mais valioso, porém finito. De acordo com o Presidente da Adasa, Paulo Salles, será a oportunidade ímpar do Brasil apresentar suas soluções e aprender com o mundo sobre as inovações e tecnologias na gestão da água.

Nossa Revista aborda a questão da água de distintos pontos de vista. Eugênio Giovenardi chama a atenção para o equilíbrio necessário entre o uso da água pelos seres humanos, para suas diversas atividades e ainda para a biodiversidade. Ressalta a relação estreita entre aumento da população, consumo de água e a desigualdade no consumo. Andrea Ramos apresenta a análise da variável climática precipitação no DF para o período 1962 a 2016. Os números mostram que ao analisar o acumulado anual ao longo da série, está cada vez menos chuvoso, principalmente nos últimos dois anos, 2015 e 2016. Maria Silvia Rossi apresenta os arranjos de governança para elaboração do ZEE-DF, sendo

esse o primeiro instrumento territorial que aprofunda a centralidade da água no território. Mauro Lambert, em seu artigo, procura demonstrar que a proteção aos ecossistemas aquáticos tem melhor enfoque pela abordagem mais abrangente e multidimensional da integridade ecológica tomando a bacia do Rio Paranoá como estudo de caso. Paviani e Brandão relacionam as características do consumo do DF ao cenário de crise hídrica e econômica, entre 2015 e 2017. O DF passou 15 anos sem grandes aportes nos sistemas produtores de água, o Governo de Brasília tem acelerado os investimentos e, ainda assim, os dados indicam que a capacidade de investir conforme o planejado tem se reduzido ano a ano. Jorge Werneck, por sua vez, argumenta que o desenvolvimento da irrigação deve ser feito com maior cuidado para minimizar o risco de ocorrência de conflitos pelo uso da água. Menor disponibilidade hídrica vai potencializar conflitos. Entre 1985 e 2015, o número de pivôs centrais instalados no DF passou de 3 para 233 equipamentos. A área irrigada passou de pouco mais de 170 hectares em 1985 para cerca de 13.000 hectares em 2015.

A Codeplan, além de registrar e debater o tema da água em sua Revista, resguardando, portanto, o legado do Fórum, também apresentará pesquisas diversas que tratam da questão da água e da sustentabilidade. Demonstramos, assim, nosso compromisso com os debates atinentes à preservação e conservação do meio ambiente.

Agradecemos a contribuição de todos os colaboradores, gestores e articulistas da Revista Brasília em Debate e esperamos que os conteúdos aqui apresentados sejam úteis no pensar sobre a gestão da água no Distrito Federal. ▀

*Lucio Rennó
Presidente*

Atendimento ao Cidadão

Pela Central de Relacionamento do GDF, você obtém informações e orientações, faz sugestões e reclamações sobre serviços prestados pelo GDF.

A ligação é gratuita

156	Opção 1	Violação de direitos, trabalho infantil, exploração sexual, Bolsa Família, população de rua - SEDESTMIDH
	Opção 2	Telematrícula (*), Ensino de Jovens e Adultos, DF Alfabetizado, Creche - Secretaria de Educação
	Opção 3	IPTU, IPVA, Nota Legal - Secretaria de Fazenda (*)
	Opção 4	Horários e itinerários de ônibus, Integração, Passe livre - DF Trans
	Opção 5	Programas habitacionais, análise de crédito, documentação para regularização de lote - CODHAB
	Opção 6	Combate à Violência Contra a Mulher
	Opção 7	Disque Racismo - Casos discriminatórios étnico-racial
	Opção 8	Disque Idoso - Casos discriminatórios contra idosos (**)
	Opção 9	Demais informações do GDF
160*	Opção 1	Disque Saúde - Ouvidoria da Secretaria de Saúde
	Opção 2	Agendamento e solicitação de doação de sangue - Fundação Hemocentro de Brasília (*)
	Opção 3	Farmácia Ambulatorial Especializada - Agendamento para retirada de medicamentos
	Opção 4	Doação de leite materno - Banco de Leite Humano, em parceria com o Corpo de Bombeiros Militar do Distrito Federal
162*	Opção 1	Reclamações, elogios, sugestões e solicitações - Ouvidoria do GDF
	Opção 2	Denúncias - Ouvidoria do GDF
192*		SAMU - Serviço de Atendimento Móvel de Urgência - Atende às solicitações telefônicas de urgência da população (24 horas)
0800-644-9060		Combate à corrupção - Registro de denúncias de irregularidades em contratos e licitações (*)

(*) Esses números aceitam ligações a partir de celulares

Horário de funcionamento (exceto SAMU)

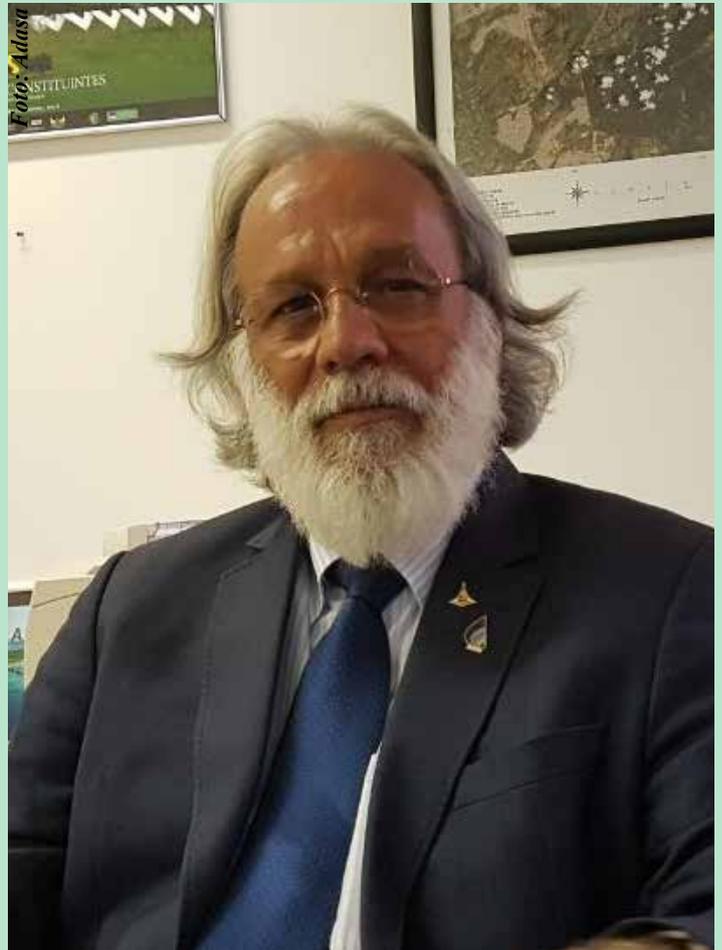
Segunda a sexta-feira: 7h às 21h

Sábados, domingos e feriados: 8h às 18h

(**) De segunda a sexta-feira: 7h às 19h

O Distrito Federal sediará o 8º Fórum Mundial da Água

Paulo Sérgio Bretas Almeida Salles é biólogo, com mestrado e doutorado na área de ecologia e Diretor-Presidente da Adasa - Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Paulo Salles, como é conhecido, gentilmente nos recebeu em seu gabinete para esta entrevista. Lembrou-nos que seus primeiros contatos com a questão da água foram no período em que assessorava o então deputado distrital Rodrigo Rollemberg, na Câmara Legislativa. Nesse período, foi criada a Lei das Águas - de nº 9.433, em 1997, que descentralizou a sua gestão e estimulou a participação da sociedade nos comitês de bacias hidrográficas. ▀



BD - O senhor pode explicar qual o papel da Adasa na implementação da política de água no Distrito Federal?

Paulo Salles - A Adasa é uma agência de grande importância que se destaca no cenário nacional e considerada como uma das melhores no país. É uma agência completa no sentido que trabalha com água bruta, para o abastecimento e também com drenagem, esgoto e resíduos sólidos. Tive a oportunidade de ver a Adasa crescer em função dessa crise hídrica. Ela é reconhecida em sua capacidade. Trata-se de uma agência reguladora que defende o interesse público para garantir serviços de boa qualidade

de para a população, com foco na universalização de serviços de saneamento, no tratamento e na proteção da água bruta, córregos e nascentes. Essa proteção é feita por meio de um contrato de concessão com a Caesb que prevê qual o comportamento que se deve ter na prestação de serviços. Enfim, a Agência fiscaliza e estabelece regras de como os serviços devem ser prestados.

Precisamos esclarecer à população que a Adasa não faz o racionamento, apenas estabelece qual o volume de água que a sociedade pode retirar. Acompanhamos o nível dos reservatórios, seja pela chuva ou córregos, e avaliamos quanto está sendo gasto: a bus-

ca do equilíbrio numa margem de segurança. A Caesb apresenta a demanda local e a Adasa discute e aprova, basicamente sempre no sentido de proteger e garantir os direitos do cidadão no atendimento dos serviços públicos.

Vamos fazer o mesmo com os resíduos sólidos. Vamos recuperar o SLU, que era uma potência nos anos 60 e 70, mas foi abandonado, assim como a Codeplan se recuperou. A Adasa contratou consultores para colaborar com o trabalho do SLU em como se organizar. Foi feito um contrato de gestão que já foi um grande avanço, onde eles se comprometem a cumprir o que foi estabelecido. Estamos fazendo estudos con-

juntos e coletando experiências no mundo para ver como fazer a regulação da prestação desses serviços. Recentemente havia o Carrefour que produzia toneladas de lixo regularmente, assim como a construção civil, que não pagavam pela coleta onerando com isto toda a população. Foi realizado, por meio da Casa Civil, um decreto, que teve uma participação da Câmara Legislativa. Com essas regras, que viraram lei, temos uma situação que foi negociada com esses produtores de lixo. A própria Adasa contrata serviços para levar seu próprio lixo até o destino final.

A Adasa está trabalhando numa parceria com a Caesb, SLU e Novacap. É muito importante garantir a saúde econômica das empresas prestadoras de serviços. Somos nós que estabelecemos a tarifa de água e esgoto para a Caesb, fazemos estudos e propomos o aumento, que são discutidos em audiência pública. São estudos complexos porque as agências reguladoras nasceram num contexto de o Estado sair da prestação de serviço público e entes, públicos e privados, entrarem no mercado. As agências reguladoras têm que ter independência tanto das empresas, quanto do governo e dessa forma ser justa, com a população e com as empresas. Nós desenvolvemos uma avaliação com base numa média de custos observados em todos os outros estados do Brasil e ponderamos de acordo com as nossas características. A Adasa faz a avaliação de preço, verifica quais os praticados no Brasil, analisa a situação da Caesb e cria um mecanismo de ajuste das tarifas com base nesses estudos.

BD - Diante de tudo isso, o que o senhor poderia resumir sobre as principais realizações da Adasa até hoje?

Paulo Salles - A principal delas foi a regularização do uso da água bruta - de poço, de córrego. O instrumento chama-se outorga, criado por lei federal. As leis estaduais também têm outorga e o direito de uso. Alguém precisa de água e solicita. A Adasa faz

uma análise do pedido, da disponibilidade, do local e se está compatível com a proposta e se dá o direito à pessoa. Temos 82 poços fazendo medição no DF para acompanhar a quantidade e qualidade da água que são monitorados trimestralmente e para atestar se a água está poluída. Para a água subterrânea também se mede a quantidade e quanto tempo vai levar para afetar o reservatório. Isso explica porque depois da chuva você tem seis meses de seca e o reservatório continua com água. É um controle rígido. A nossa capacidade de dar outorga bem qualificada cresceu muito desde quando a Adasa iniciou a outorga, em 2005. Antes era da Secretaria de Meio Ambiente. A Agência não tinha muita coisa, mais fomos nos equipando. Hoje, temos muitos dados, entre os quais o quantitativo de postos monitorados e, também, o monitoramento das estações telemétricas. Vale a pena conhecer tudo que a Adasa tem realizado.

Temos outras ações também como a locação negociada da crise hídrica. Uma locação negociada faz a divisão, calcula e estabelece regras e com isso conseguimos grandes resultados como, por exemplo, a pacificação dos usuários. Os agricultores

Um dos nossos aprendizados com a seca foi perceber o quanto a água influencia nossa vida e o nosso modo de viver. Normalmente é vista como um fator ambiental, mas o fato é que se precisa da água para toda atividade humana.

viram que os córregos estavam com pouca água e foram os primeiros a perceber a grande crise e procurar a Adasa para juntos buscarmos uma solução.

BD - É verdade ou mito que a agricultura é uma grande consumidora de água?

Paulo Salles - Verdade. Para produzir alimentos precisamos de água, mas água de uma forma controlada. Um fato marcante foi o caso do Pípiripau, que gerou vários problemas. Planaltina ficou sem água e, em Sobradinho, conseguimos fazer uma locação envolvendo Caesb e os agricultores da bacia porque aquela região não tem reservatório, então é mais difícil abastecer a cidade. O que tivemos de estabelecer com a Caesb foi a quantidade de água suficiente para abastecer Sobradinho e Planaltina e também uma certa quantidade para os agricultores. Por fim, tivemos que fazer uma locação negociada entre dois grupos de agricultores e a Caesb. Então todo mundo conseguiu chegar a bom termo. Ficou estabelecido o quanto de água poderia ser disponibilizado pela Caesb e quanto poderia ser usado pelos agricultores, mas os agricultores foram muito afetados.

BD - E o racionamento? Como está sendo a experiência do Distrito Federal?

Paulo Salles - Estamos com um ano de racionamento e tivemos uma economia de 16 a 17% no consumo. Criamos uma boa relação com a imprensa, sempre transparente, ressaltando o papel do governador que respeitou a Adasa e deixou a gente trabalhar.

Estabelecemos a tarifa de contingência como um instrumento de estímulo via preço, ou seja, quem consome mais, paga mais.

Também foi feita a “curva de acompanhamento” e colocamos metas para Caesb e SLU e hoje fazemos a gestão da água do reservatório com metas a serem atingidas e marcadas naquela curva. Foi um bálsamo, porque começamos o período de seca

com 56% no reservatório, então fizemos a curva com a segurança para continuar sem o segundo dia de racionamento. O que a população quer é informação.

Tivemos uma determinação contra a tarifa e a Justiça estabeleceu que se deveria publicar a mesma curva. Nós fizemos três curvas mudando um pouco o regime de chuva. Apresentamos três cenários. O melhor cenário, 70% do início da seca, o pior cenário, por volta de 34 a 35%. O que esperávamos era 50% e já estamos com 53,8%, mais isso não quer dizer que temos que parar com o racionamento. Vamos é torcer para continuar chovendo.

Foi um ano de muito aprendizado, discutimos muito todas as questões com especialistas da UnB e da ANA. Temos o monitoramento do consumo pela população, com o perfil do usuário. Vamos realizar uma pesquisa com a população, pretendemos fazer com a ajuda da Codeplan, com dados importantes para a discussão com a sociedade.

BD - O senhor considera que houve uma mudança de comportamento no uso da água?

Paulo Salles - Um dos nossos aprendizados com a seca foi perceber o quanto a água influencia nossa vida e o nosso modo de viver. Normalmente é vista como um fator ambiental, mas o fato é que se precisa da água para toda atividade humana. Um estudo da ONU afirma que a cada quatro empregos, três precisam de água e desses três, dois precisam de muita água: agricultura, mineração, indústria, pesca. Enfim, isso a gente só sente a necessidade quando falta água. A indústria percebeu que sem água não funciona bem. O que ela vai fazer é correr atrás da produtividade. A mesma coisa que fizeram os agricultores quando foram à procura de novas técnicas. A Embrapa e a Emater apoiaram muito os agricultores. A Secretaria de Agricultura e a Emater fizeram um trabalho fantástico na Bacia do Descoberto e mudaram muito o modo de cultivar.

Essa crise é um fenômeno mundial, não é um problema local, está acontecendo em todos os países e percebemos também que podemos melhorar as nossas vidas com menos água e aprender como outros países estão vivendo. Uma cidade da Austrália passou 12 anos sem água e sem chuva, eles aprenderam a viver com menos água, investindo.

O fato da crise hídrica ser um fenômeno global valoriza a realização do Fórum porque temos uma grande oportunidade de tomar conhecimento desses problemas de todos os lugares e de como os outros países os estão vivenciando, quais os bons exemplos e o que pode ser replicado.

BD - Quais exemplos dos outros países que investem em tecnologia e que podemos usar? O Fórum Mundial poderá contribuir? Conte-nos sobre o 8º Fórum Mundial da Água em Brasília?

Paulo Salles - O fato da crise hídrica ser um fenômeno global valoriza a realização do Fórum porque temos uma grande oportunidade de tomar conhecimento desses problemas de todos os lugares e de como os outros países os estão vivenciando, quais os bons exemplos e o que pode ser replicado.

No 8º Fórum Mundial da Água teremos o lançamento do Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018, com soluções baseadas na natureza.

Serão firmadas parcerias entre o CNPq e a CAPES com a União Europeia. Haverá também sessões especiais que são propostas por pessoas que não necessariamente estão participando do 8º Fórum. As sessões ordinárias estão relacionadas com o clima, mecanismos financeiros de adaptação às mudanças climáticas e relacionadas com pessoas, prioridades para as nascentes, oceanos, manguezais, etc.

Entre os benefícios advindos do Fórum, temos um programa de sala de leitura e outro chamado "Adasa nas Escolas". Vai ser deixado um legado para a cidade com o registro das palestras, que certamente servirão para estudos, novos projetos e o conhecimento das experiências de outros países.

Tivemos grupos de coordenadores que propuseram os temas, nos processos temáticos e governança. Nos tópicos e depois nas sessões foram muitos colaboradores. Para se ter uma ideia, apenas na parte temática foram entre 400 e 500 instituições que discutiram o que vai acontecer em cada um desses tópicos.

Teremos a Vila Cidadã - um espaço aberto onde a população vai poder se inscrever, gratuitamente com uma série de atividades educacionais e de lazer. Teremos a feira com máquinas, processos industriais, a questão de reuso, tratamento de água, tudo isso são experiências que as pessoas vão poder visitar. Vai ter o estande do Governo do Distrito Federal além de outras iniciativas importantes.

O Fórum ainda é mais conhecido fora do Brasil do que aqui. Fizemos um estudo usando a metodologia da Embratur e chegou-se à conclusão que para cada real aplicado no DF, voltarão três reais. Então, o Fórum é um investimento e a nossa expectativa é que tenhamos um retorno com turistas que aqui virão, fora a divulgação que não temos como mensurar, porque todo mundo está falando de Brasília, que virou uma referência. ■

Integridade ecológica e sustentabilidade

Subsídios à proteção aos ecossistemas aquáticos e à segurança hídrica no Distrito Federal

Mauro Lambert Ribeiro, José Wilson Corrêa Rosa e
Mônica Veríssimo dos Santos

Integrar a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015) à gestão de recursos hídricos é uma tendência recente. O 8º Fórum Mundial da Água, maior evento sobre o tema no planeta, assumirá a sustentabilidade como novo Marco Regulatório para a governança global da água, e para além da quantidade e qualidade das águas para uso humano e seus custos relacionados, dará destaque às mudanças climáticas, urbanização e proteção aos ecossistemas aquáticos.

Em sintonia com esses novos desafios, a Agência Nacional de Águas - ANA - e os atores do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH - irão discutir o aperfeiçoamento da política e do sistema institucional, a partir das 20 propostas que compõem o Projeto Legado (ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017). O Projeto tem como referência a Agenda 2030 e o conceito de *Segurança Hídrica*. Este integra quatro temas críticos que visam garantir condições para que a sociedade disponha de água em quantidade e qualidade adequadas para diferentes usos e funções: 1) **sociais** (água potável e higiene); 2) **econômicos** (água para o desenvolvimento sustentável - bens e serviços); 3) **prevenção e adaptação a eventos hidrológicos extremos** (diminuição dos riscos de desastres - secas e cheias); 4) **ecossistêmicos** (proteção aos ecossistemas aquáticos - bens e serviços ambientais).

A necessária integração desses *usos e funções ecossistêmicos* aos instrumentos de gestão de recursos hídricos requer a produção de novos conhecimentos e instrumentos capazes de lidar com a complexidade, incertezas e conflitos intrínsecos aos processos naturais e antropogênicos que influenciam a organização dos ecossistemas aquáticos, a produção de bens e serviços ambientais e seus efeitos sobre a segurança hídrica. Como Capital da República, símbolo urbanístico do futuro e sede do 8º Fórum Mundial da Água,

espera-se que Brasília seja vitrine de novidades e possa superar a atual crise hídrica que atravessa. Isso requer avanços nas políticas públicas de gestão das águas a partir dos novos caminhos que se avizinham.

O presente artigo visa fornecer subsídios científicos para esse debate, tendo a integridade ecológica e sustentabilidade como marcos conceituais, as Metas Nacionais de Biodiversidade e as Metas de Desenvolvimento Sustentável como marcos regulatórios e a bacia do Rio Paranoá como estudo de caso.

Princípios de organização dos ecossistemas aquáticos continentais: paradigmas para sua proteção

A proteção aos ecossistemas aquáticos deve ter como foco os *bens* (componentes dos ecossistemas aquáticos - ambientes e biodiversidade associada) e *serviços ambientais* (funções ecológicas ou processos) que resultam da manutenção da *organização e funcionamento* (padrões ecológicos) desses ecossistemas, ou seja, de sua integridade ecológica (PECK, 1998). A integridade dos ecossistemas refere-se a sua capacidade de apresentar três requisitos-chave: (a) **saúde do ecossistema**: manter sua organização e vigor (“ponto operacional ótimo de funcionamento”), sob condições naturais, ou seja, sua estabilidade dinâmica; (b) **resiliência do ecossistema**: atingir e manter um novo patamar de organização (“novo ponto operacional ótimo”), quando submetido ao acúmulo de estresse ambiental ou a um grande fator de distúrbio; (c) **autonomia do ecossistema**: reter sua capacidade de auto-organização ao longo do tempo, mesmo sob condições de pressão ambiental, ou seja, de se desenvolver, regenerar e evoluir. Sob esse ponto de vista, impactos ambientais podem ser compreendidos como alterações na capacidade dos sistemas de manter sua integridade ecológica - *saúde, resiliência e auto-organização* (KAY; REGIER, 2000).

A Teoria de Sistemas Complexos nos ajuda a compreender melhor as características essenciais e as mudanças esperadas durante o desenvolvimento dos ecossistemas (MAINZER, 1997; LEMONS; WESTRA.; GOODLAND, 1998). Os sistemas ecológicos apresentam comportamento não-linear e, portanto, organizam-se como “unidades interconectadas em múltiplas dimensões ou escalas hierárquicas com capacidade de auto-organização”. Essa constatação tem quatro implicações práticas para a análise da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos: (i) **caracterização** dos sistemas ecológicos: os sistemas devem ser descritos por seus componentes, processos ou funções ecológicas e padrões resultantes; (ii) **organização hierárquica**: os sistemas devem se organizar como uma coleção de sistemas dentro de sistemas, interdependentes e hierarquicamente aninhados; (iii) **capacidade de auto-regulação**: os sistemas estão em constante mudança, mas se mantêm em **estabilidade dinâmica**, flutuando em torno de seu “*ponto operacional ótimo*”, dentro dos limites de sua “*capacidade suporte*” (limites ecologicamente seguros); (iv) **sustentabilidade**: capacidade de manter sistemas sob aproveitamento humano e que flutuem dentro de níveis ecologicamente seguros de integridade ecológica.

Em termos práticos, protocolos de avaliação da integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos continentais devem conter uma variedade de métricas que retratem suas **condições ambientais** (características físico-químicas da água - *vazão, regime hidrológico e qualidade das águas*; e dos ambientes aquáticos e dos substratos de fundo - *habitats e microhabitats aquáticos*, às quais os organismos respondem por meio de seus ajustes adaptativos), seus **recursos ambientais essenciais** (*fontes de energia e seus fluxos nos ecossistemas*), sua **biodiversidade** (em seus diferentes níveis de organização biológica: *organismos, populações e comunidades*) e seus padrões emergentes de **conectividade** (conectividade longitudinal, lateral e vertical) (ANGERMEIER & KARR, 1994; MATTHEWS, 1998). Essas métricas podem ser medidas por um conjunto de descritores que representam os diferentes **componentes e processos ecológicos** (físicos, químicos e bióticos), bem como os **padrões emergentes** dos ecossistemas, e que possam ser observados e medidos na área de estudo. Esses atributos, suas métricas e seus descritores retratam os níveis de organização, resiliência e saúde

dos ecossistemas aquáticos e, portanto, constituem bons indicadores de sua integridade ecológica (PECK, 1998).

Além de apresentar medidas para esse conjunto de métricas e descritores, protocolos de análise sobre a integridade ecológica precisam também estabelecer os “**limites de confiança**” para os valores medidos para aquelas métricas em sistemas não - alterados, que retratem as “*flutuações nas condições esperadas*” para sistemas com bons níveis de integridade ecológica - **limites ecológicos seguros**, conforme Meta Nacional de Biodiversidade nº4 (BRASIL, 2013). Neste caso, devem ser caracterizados como impactados aqueles sistemas que apresentam valores fora daqueles “limites de confiança”. Sob esse ponto de vista, impactos ambientais podem ser considerados como “desvios significativos” em relação aos “limites de confiança dos valores dos descritores nas condições esperadas”, e o tamanho desse desvio pode representar uma medida do grau de impacto observado ou da perda de sua integridade ecológica. Esta estratégia é válida para lidar com sistemas que se mantêm na mesma trajetória de desenvolvimento, ou seja, sistemas lóticos e sistemas lênticos que permanecem evoluindo como tal.

Os reservatórios merecem uma análise aparte. Se, por um lado, esses *macrohabitats lênticos artificiais*, que substituem e fragmentam os canais naturais, impõem níveis crescentes de instabilidades que reverberam ao longo das bacias hidrográficas, a jusante e a montante, por outro, representam o produto emergente de novas trajetórias evolutivas. Com o tempo e, dependendo das condições de sustentabilidade das regras operativas, esses ecossistemas aquáticos emergentes podem alcançar um novo patamar de estabilidade dinâmica, com saúde e resiliência, e um grau satisfatório de autorregulação, condições necessárias para recuperarem níveis relativamente estáveis de integridade ecológica. Por outro lado, o excessivo controle por regras operacionais insustentáveis provoca constantes mudanças em sua nova trajetória evolutiva, forçando os novos sistemas a constates reajustes, que os afastam de seu “ponto operacional ótimo”. Portanto, uma vez construído, a análise da integridade ecológica da área diretamente afetada pelo reservatório deve ser avaliada por seus novos caminhos de desenvolvimento e não em comparação com a fase rio que não mais retornará.

Estudos sobre integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos na bacia do Lago Paranoá

Sob a perspectiva conceitual-metodológica apresenta acima, a Reserva Ecológica do IBGE, o Instituto de Geociências da UnB e a Associação de Pesquisas Ecológicas do Cerrado desenvolvem há três décadas estudos sobre a integridade ecológica dos ecossistemas aquáticos na bacia do rio Paranoá (1986 - 2012). O protocolo amostral inclui seis *unidades hidrográficas*: (i) Lago Paranoá; seus quatro formadores principais: (ii) Ribeirão do Torto; (iii) Ribeirão Bananal; (iv) Ribeirão do Gama; (v) Riacho Fundo, além do (vi) trecho do rio Paranoá a jusante do reservatório (Mapa 1). Nessas unidades hidrográficas foram amostrados todos os sete tipos de macrohabitats: *macrohabitats lóticos*: (1) nascentes (drenagens de 1º ordem (Strahler, 1952), (2) córregos (drenagens de 2º e 3º ordens *sensu Strahler*) e (3) ribeirões (drenagens de 4º e 5º ordem *sensu Strahler*) e pequeno rio (drenagem de 6º ordem *sensu Strahler*); *macrohabitats lênticos naturais*: (4) brejos, (5) veredas e (6) lagoas; *macrohabitats lênticos artificiais*: (7) represas - Lago Paranoá, e os lagos de Santa Maria e Torto (ribeirão do Torto), Acampamento (ribeirão Bananal) e Vargem Bonita (ribeirão do Gama). Ao todo, 309 trechos lóticos e lênticos (*unidades de paisagens aquáticas*) e 1.404 *unidades de habitats* (habitats lóticos: corredeiras, corredores, poços e remansos; habitats lênticos: poças, drenos, canais de ligação, zona litoral, zona pelágica, alagadiços, e bocas) foram amostradas em cada ciclo completo do estudo. As amostragens ocorreram a cada cinco anos na bacia do ribeirão do Gama e a cada década nas demais unidades hidrográficas.

O estudo pode ser considerado como um “experimento não-manipulativo”, cujo delineamento permitiu estabelecer os “limites de confiança para os descritores de integridade em condições esperadas” a partir de 136 unidades de paisagem (UPs) distribuídas nas unidades de conservação da bacia (Zona de Preservação da Vida Silvestre da APA Gama - Cabeça de Veado, Parque Ecológico do Guará, ARIE Riacho Fundo, Parque Nacional de Brasília). As condições registradas nas demais unidades de paisagem (UPs) serviram para testar hipóteses sobre “desvios significativos” na integridade ecológica encontrados em áreas *fontes-de-ameaças* (*degradação difusa* (31 UPs), *urbanização* (43 UPs), *atividades agrofloretais* (20 UPs) e *reservatórios*

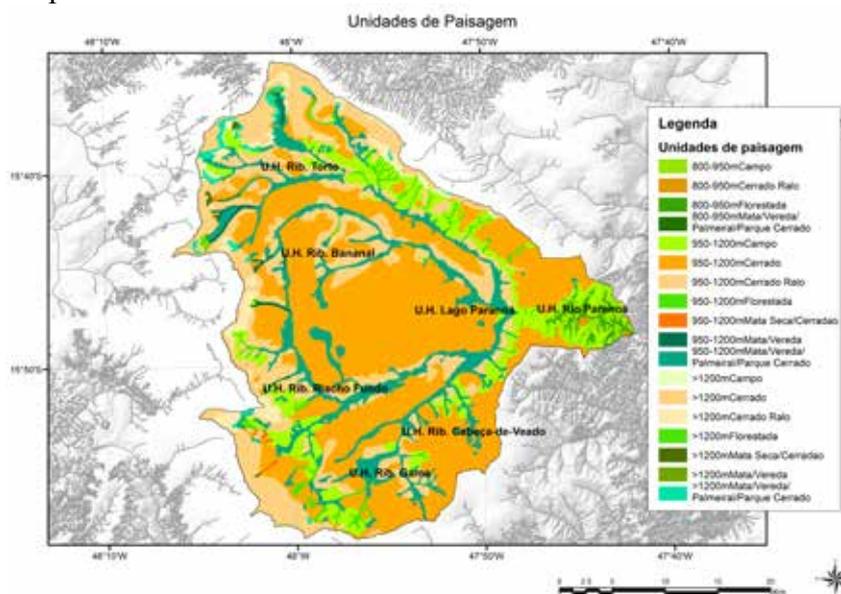
(79 UPs) e seus *processos impactantes* associados). Análises multivariadas com testes de significância paramétricos foram usados nas análises. Modelos multivariados correlacionando o nível de integridade ecológica em cada unidade de paisagem (variável resposta) ao grau de ameaça dos fatores impactantes provenientes dos usos da terra e da água (variáveis preditivas) que interferiram direta ou indiretamente ou de forma sinérgica ou cumulativa em cada unidade de paisagem foram estabelecidos e sua robustez avaliada estatisticamente.

Essas análises forneceram evidências sobre a influência de 11 *processos impactantes*, impulsionados por cinco principais *fontes de ameaças*, sobre os níveis atuais e tendenciais de cada um dos 10 *indicadores de integridade*, nas seis *unidades hidrográficas* analisadas, em contraposição aos “valores de referência” registrados para as unidades de conservação da bacia. Uma apresentação científica desses resultados está fora do escopo deste artigo, mas as principais conclusões, com base em resultados estatisticamente significativos ($p < 0.005$), serão apresentadas a seguir. Para facilitar a compreensão, todos os resultados sobre os níveis de integridade e de impactos analisados foram transformados em uma escala ordinal de cores. O Mapa 2 apresenta a espacialização dos níveis de integridade ecológica registrados nas paisagens aquáticas ao longo das unidades hidrográficas.

Níveis atuais e tendências de integridade ecológica nos ecossistemas aquáticos da bacia do rio Paranoá

O rio Paranoá é uma bacia de sexta ordem (STRAHLER, 1952) com 105761,28 ha. Seus quatro contribuintes principais (ribeirões do Torto, Bananal, Riacho Fundo e Gama) drenam ao redor de um domo geomorfológico central, onde está localizada a cidade de Brasília, e convergem para o Lago Paranoá, cujo barramento foi construído sobre uma antiga cachoeira, abaixo da qual o rio Paranoá drena até confluir com o rio São Bartolomeu (alto rio Corumbá - alto rio Paranaíba - alto rio Paraná - bacia do rio da Prata). Manancial localizado mais ao norte na bacia do Lago Paranoá e com nascente mais alta, o ribeirão do Torto destaca-se dos demais (64% de similaridade) por possuir a maior área de drenagem e o menor fator de forma, curso principal mais longo e com padrão razoavelmente retilíneo, com maior desnível, maior potencial de ravinamento e maior proporção de corredeiras,

Mapa 1



maior diversidade de estruturas duras e macias dentro dos canais, e drenagem circunscrita à maior diversidade de unidades de paisagem em sua matriz terrestre (VERÍSSIMO DOS SANTOS, 2013). Com relação a essas características geométricas, da rede de drenagem e de relevo, que controlam os fluxos entre a matriz terrestre e os ecossistemas aquáticos, as bacias dos ribeirões Gama e Bananal são as mais similares entre si (84%) e as mais distintas em relação ao Torto. A bacia do Riacho Fundo ocupa posição intermediária, com maior semelhança com a bacia do Torto (Mapa 1).

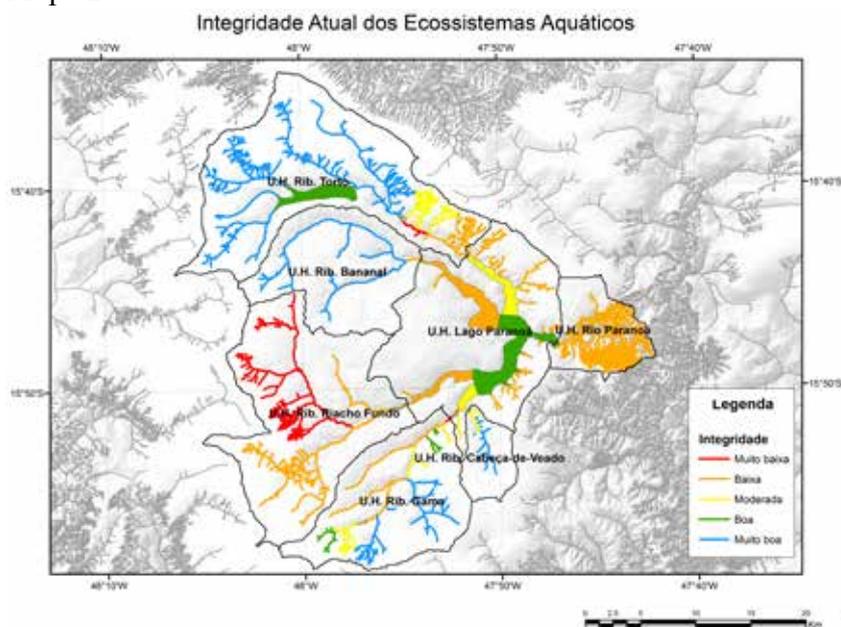
Originalmente, a bacia do rio Paranoá foi utilizada pelos índios como área de caça e não de residência (IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2010). Passados cerca de 220 anos da ocupação luso-afro-brasileira no Distrito Federal (1730 - 1953), o uso extensivo agrícola já deixava algumas cicatrizes de antropismo em sua bacia de drenagem, segundo o relatório Belcher (UNESCO, 2000). Entretanto, 50 anos após a construção de Brasília, a bacia do rio Paranoá já atingia quase 40% de artificialização da paisagem. A unidade hidrográfica do Riacho Fundo concentra as maiores perdas de vegetação terrestre (67,52%), sobretudo pela transformação maciça de suas veredas e do cerrado protetor em áreas urbanas e por possuir relativamente poucas áreas protegidas (Reserva Biológica do Guará; ARIE Riacho Fundo). Em seguida, o Lago Paranoá (53,48%) afogou habitats lóticos, com perda de diversas cachoeiras e corredeiras. O rio Paranoá a jusante da barragem (34,06%) também registrou perdas importantes,

parcialmente compensadas pelo bom estado de conservação em dois de seus tributários (córregos Taquari e Cachoeirinha). No ribeirão do Gama (29,58%), as perdas concentram-se na margem esquerda da bacia, com a conversão de uma grande área de vereda em área agrícola e represa (Vargem Bonita) e em áreas urbanas ao longo da bacia, com efeitos parcialmente tamponados por áreas protegidas localizadas em sua margem direita (Zona de Vida Silvestre da APA Gama-Cabeça de Veado). Os ribeirões Bananal (12,57%) e Torto (6,86%), cujas cabeceiras estão protegidas pelo Parque Nacional de Brasília,

possuem as áreas menos alteradas da bacia, todas localizadas mais a jusante em direção e com forte influência do Lago Paranoá.

O principal grupo-indicador deste estudo são os peixes, por captarem impactos provenientes de diferentes fontes e em tempo adequado ao monitoramento. A Bacia do rio Paranoá abriga 71 espécies de peixes, sendo 56 espécies nativas e 15 espécies exóticas. Entre as nativas, duas estão ameaçadas de extinção: o pirá-Brasília (*Simpsonichthys boitonei* Carvalho, 1959 - espécie endêmica e anual que ocupava as veredas da bacia do Lago Paranoá e hoje encontra-se protegida apenas na Reserva Ecológica do IBGE - ribeirão Gama e Reserva Biológica do Guará - Riacho Fundo); e a pirapitinga (*Brycon nattereri* Günther, 1864 - espécie migratória típica das corredeiras da bacia, atualmente restrita à bacia do ribeirão do Torto no Parque Nacional de Brasília). Outras 14 espécies são novas para a ciência, a maioria com distribuição restrita. Todas as espécies exóticas foram introduzidas por peixamentos governamentais no Lago Paranoá e demais reservatórios, ou acidentalmente, a partir de tanques de piscicultura particulares. As comunidades de peixes das unidades hidrográficas da bacia possuem 52% das espécies em comum, sendo que o rio Paranoá a jusante abriga a fauna de peixes mais diferenciada, com espécies comuns ao rio São Bartolomeu. Os contribuintes do Lago Paranoá compartilham 65% das espécies, com maior similaridade entre as comunidades de peixes dos ribeirões Gama - Riacho Fundo e Torto - Bananal. A ictiofauna do Lago Paranoá, formada por 22 espécies nativas e 14 espécies exóticas, as quais

Mapa 2



dominam amplamente em abundância e biomassa, possui apenas 58% das espécies em comum com os tributários, mas grande similaridade com as espécies que colonizam os deltas dos tributários no lago, com os quais compartilham 82% das espécies.

Entre os 10 indicadores de integridade analisados, *vazão, estrutura dos habitats aquáticos, interações bióticas nas comunidades de peixes e padrões de conectividade lateral* (sistema aquático - sistema terrestre) foram os mais sensíveis às principais alterações provenientes sobretudo de *fontes de ameaças* com origem na ocupação da bacia de drenagem (*urbanização e conversão/fragmentação de matas de galeria e veredas*) e de alterações diretas nos ecossistemas aquáticos (*represamentos e seus efeitos a montante e a jusante, poluição, introdução de espécies exóticas e retirada excessiva de água dos sistemas e seus efeitos de rebaixamento do lençol freático*). Ressalta-se também que, os efeitos dos demais indicadores de integridade ecológica foram significativos, com sensibilidade ao menos moderada aos impactos impulsionados tanto por essas *fontes de ameaça* mais graves como pelas demais, que por seu turno, também já exercem ao menos níveis intermediários de pressão ambiental ao longo da bacia. A importância relativa de cada indicador e suas respostas aos processos impactantes variou ao longo das unidades hidrográficas, segundo o tipo de macrohabitat (Mapa 2).

Nas paisagens hidrográficas das nascentes, córregos e ribeirões, os principais impactos ocorreram

via *sedimentação dos canais, impulsionada pela conversão e/ou fragmentação das paisagens terrestres e das matas de galeria* em áreas urbanas ou agrícolas, com efeitos marcantes sobre a *estrutura e estabilidade dos habitats aquáticos e das comunidades de peixes associadas, e nos padrões de conectividade lateral, longitudinal e vertical* que mantem a organização desses ecossistemas. A bacia do Riacho Fundo é a mais amplamente degradada por esses processos. Níveis muito alterados de integridade ecológica foram registrados também ao longo da margem esquerda do ribeirão do Gama e no baixo curso dos

ribeirões Bananal e Torto, mesmo considerando que o efeito de proteção das unidades de conservação ainda tampona, parcialmente, mas não reverte as degradações. Níveis intermediários de integridade foram registrados para as nascentes do ribeirão do Gama e para o curso inferior do ribeirão Cabeça de Veado. Níveis bastante alterados de integridade ecológica foram registrados a jusante das principais barragens, com efeitos sinérgicos da vazão reduzida e regime hidrológico controlado sobre a qualidade das águas, estrutura dos habitats aquáticos, redução no número de espécies de peixes nativos e substituição por espécies exóticas, aumento das taxas de mortalidade, perda de sinais para acerto do “relógio biológico” dessas espécies e fragmentação das populações.

Nas paisagens lânticas naturais (brejos, veredas e lagoas), os principais impactos ocorreram pelos efeitos cumulativos e sinérgicos vinculados à *conversão direta desses ecossistemas em áreas agrícolas e/ou urbanas* (Vargem Bonita - ribeirão do Gama; Cidade de Águas Claras - córregos Vicente Pires, Águas Claras, Vereda da Cruz e Vereda Grande, entre outras...) e ao *rebaixamento do lençol freático* (área remanescente de brejos e veredas, mesmo dentro das áreas protegidas), ocasionando perdas significativas de brejos e veredas e suas comunidades associadas.

Entre os reservatórios localizados nas cabeceiras dos tributários do Lago Paranoá, a pequena represa de Vargem Bonita (curso superior do ribeirão

do Gama), exposta a usos agrícolas e urbanos variados e com poucas defesas para conter seus impactos, registra as piores condições ambientais (ambientes homogêneos) e bióticas (dominância de espécies exóticas) e baixo nível de integridade ecológica. O também pequeno reservatório do Acampamento (ribeirão Bananal), localizado no limite do Parque Nacional de Brasília com um Grupamento do Exército, e também exposto a usos variados (lavagem de veículos e cavalos, extração de água), por possuir melhores condições de proteção das matas de galeria e do cerrado protetor do Parque Nacional de Brasília, apresenta habitats e comunidades de plantas e peixes mais diversificadas que configuram nível intermediário de integridade ecológica. O Lago de Santa Maria, localizado nas cabeceiras do sistema, é um sistema quase fechado, que somente em anos excepcionalmente chuvosos possui descarga a jusante por transbordamento. O isolamento imposto ao sistema Santa Maria, que per si representaria um grave impacto, não impõe influências significativas a jusante, onde a supressão da vazão é compensada pelas águas abundantes do córrego Três Barras. Também por apresentar uma comunidade de peixes muito simples, composta por três espécies exóticas introduzidas e apenas uma espécie nativa remanescente do córrego Santa Maria a montante, o isolamento do sistema ajudou a prevenir a dispersão de espécies exóticas para o Parque Nacional a jusante. Este importante reservatório de abastecimento de água para Brasília registra nível moderado de integridade ecológica, e apresenta dois compartimentos bem distintos: (a) zonas de transição lótico - lântico de seus três formadores que registram as melhores condições ambientais, com grande diversidade de habitats; (b) zona central, mais homogênea e de menor complexidade ambiental. A montante, os ambientes e espécies dos córregos formadores estão preservadas, inclusive a pirapitinga (*Brycon nattereri*), espécie migradora e ameaçada de extinção. Em contraponto, a pequena represa do Torto, localizada na mesma bacia mais a jusante, e também utilizada para abastecimento de água de Brasília, possui as melhores condições de integridade ecológica entre todos os reservatórios, com grande diversidade de habitats e de espécies de plantas aquáticas que suportam uma comunidade de peixes bastante diversificada, dominada por espécies nativas e sem populações estabelecidas das espécies exóticas ali introduzidas. O reservatório também mantém ainda uma população viável de

pirapitinga (*Brycon nattereri*) e seu barramento tem impedido a entrada de espécies exóticas advindas do Lago Paranoá.

Principal reservatório do Distrito Federal, o Lago Paranoá está localizado à jusante da cidade e recebe o aporte dos processos impactantes da bacia de drenagem sem a devida proteção marginal. Lago multiusos, sobretudo para esporte e lazer, é também o corpo receptor das Estações de Tratamento de Água e Esgotos (ETEs) da CAESB e, desde o ano passado, a crise hídrica do Distrito Federal lhe reservou papel-central com o reuso de suas águas para abastecimento público. A evolução das condições ambientais no Lago Paranoá é bastante conhecida (TUNDISI et al., 2015). Entre as décadas de 1960 e 1990, desenvolveu um processo progressivo de eutrofização pela carga excedente de poluição orgânica originária das bacias contribuintes e dos efluentes das duas ETEs. No final dos anos de 1990, um evento de descarga abrupta da vazão do Lago Paranoá para jusante “*flushing*” causou novos reajustes na qualidade da água da represa, que passou a registrar condições oligotróficas (ANGELINI; BINI; STARLING, 2008). Entretanto, a partir de 2011, o crescimento populacional na bacia de drenagem tem elevado os níveis de poluição nos braços do Riacho Fundo e Bananal, chegando próximo aos níveis do período de eutrofização do final da década de 1990 (STARLING, 2015). As comunidades de peixes sofreram reajustes similares ao longo do tempo, com implicações diretas sobre as condições de qualidade das águas do reservatório. A eliminação de espécies reofilicas na área diretamente afetada pelo barramento, e a introdução gradativa de espécies exóticas bem adaptadas às condições de lago submetido à processo crescente de eutrofização, produziram reajustes progressivos nas comunidades que, ao final dos anos de 1990 (época da eutrofização) estavam bem estruturadas, com predomínio marcante de espécies exóticas que revolvem os sedimentos de fundo, disponibilizando fósforo para a coluna da água do reservatório, e, por conseguinte, retroalimentando o processo de eutrofização. Nesta época, o controle da qualidade da água via biomanipulação (introdução de carpa prateada para filtrar o excesso de algas poluentes; controle da população de espécies exóticas pela liberação de cotas de capturas para pescadores profissionais cadastrados no Lago Paranoá) passou a ser uma estratégia essencial (STARLING; RIBEIRO, 2005). Entretanto, com

a fase de oligotrofização que se seguiu, novos reajustes nas comunidades de peixes provocaram a diminuição da importância relativa das espécies exóticas que revolvem os sedimentos de fundo e o aumento gradual das populações de espécies nativas remanescentes. Também o controle do tipo “Top-Down” por predação das espécies exóticas que revolvem os sedimentos evoluiu acentuadamente com papel de destaque para predadores visuais como os tucunarés (*Cichla piquiti*). Esses rearranjos biológicos adiaram a necessidade de biomanipulação. Todavia, a retomada do processo de eutrofização e o papel central do Lago Paranoá para abastecimento público reacendem a necessidade deste debate.

Conclusões e recomendações para a segurança hídrica na bacia do rio Paranoá

Em termos clássicos, os estudos de impactos ambientais sobre recursos hídricos são baseados em alterações na vazão e qualidade das águas, o que se reflete nas normas legais vigentes. Os resultados apresentados neste trabalho confirmam, em parte, a importância desses indicadores, mas demonstram a necessidade de inclusão de novas perspectivas para garantir a proteção dos ecossistemas aquáticos e a segurança hídrica. Impactos provenientes da conversão/fragmentação das paisagens terrestres em áreas agrícolas e urbanas, os quais aceleram processos de erosão/sedimentação dos canais, manifestam-se sobretudo em mudanças na estrutura e estabilidade dos habitats aquáticos e na estrutura e funcionamento das comunidades bióticas. Raramente provocam alterações importantes na qualidade das águas e na vazão. De forma análoga, alterações provenientes da introdução de espécies exóticas e alguns dos piores efeitos dos barramentos são pouco perceptíveis às alterações na qualidade e na quantidade das águas. Por isso, como demonstrado neste trabalho, a proteção aos ecossistemas aquáticos é melhor enfocada pela abordagem mais abrangente e multidimensional da integridade ecológica.

O protocolo amostral deste trabalho se revelou cientificamente embasado e estatisticamente robusto para registrar alterações nos níveis de integridade ecológica e correlacioná-las às diferentes fontes de pressão ambiental, bem como aos seus principais processos impactantes. Por um lado, a calibração desses modelos tornou possível monitorar alterações na integridade dos ecossistemas aquáticos, a partir de análise dos usos da terra e das águas

nas bacias hidrográficas por interpretação de imagens de satélite. Por sua praticidade, economia e possibilidade de acesso a imagens de alta resolução espacial, essa estratégia de “*manejo antecipatório*” pode ser repetida anualmente, por um período de aproximadamente dez anos, sem a necessidade de execução anual do protocolo amostral de integridade. Todavia, no máximo a cada década, novas calibrações dos modelos serão necessárias, para revalidá-los ou redirecioná-los rumo aos novos caminhos de desenvolvimento dos sistemas, naturalmente imprevisíveis, e diminuir as incertezas relativas àquele período. Isto implica necessariamente em adotar uma estratégia de “*manejo adaptativo*”, segundo a qual os “desvios encontrados nas previsões dos modelos” não devem ser considerados como “erros de prognósticos”, mas, como oportunidades de constante aprendizado e retroalimentação nas decisões de gestão ambiental, como medidas complementares ao manejo antecipatório possibilitado parcialmente pelos modelos estabelecidos a cada período de monitoramento. Isto implica também na revisão periódica nas legislações vigentes, visando atualizá-las segundo as trajetórias de desenvolvimento dos ecossistemas.

Essa abordagem de manejo adaptativo é fundamental para perceber que a base científica moderna do prática para a manutenção da integridade ecológica dos sistemas visa à manutenção da auto-organização dos sistemas e não das *condições pristinas dos ecossistemas, sem a presença humana*. Integridade ecológica, como assumida neste trabalho, pressupõe que os sistemas socioeconômico-culturais humanos e os ecossistemas estão intimamente conectados e em coevolução. Como esses ecossistemas emergentes não tem um único caminho possível de desenvolvimento, escolhas humanas estarão cada vez mais influenciando suas trajetórias evolutivas. A integridade ecológica torna-se um guia importante para balizar escolhas humanas sustentáveis, ou seja, que permitam acomodar diferentes objetivos ao longo das bacias hidrográficas, sem permitir que níveis acelerados de desorganização dos sistemas levem-nos à extinção ou à necessidade permanente de regulação artificial com custos ambientais e socioeconômicos desnecessários.

Com base nessas perspectivas de integridade ecológica e sustentabilidade, algumas recomendações podem ser feitas visando à proteção

dos ecossistemas aquáticos e à segurança hídrica na bacia do rio Paranoá:

1. Para lidar com a principal fonte de perturbação antrópica sobre os níveis de integridade nas unidades de drenagem da bacia - *sedimentação a partir da conversão/fragmentação da matriz terrestre em áreas urbanas e agrícolas e conversão/fragmentação das matas de galeria, brejos e veredas* - recomendamos três medidas complementares: 1.1. Implementar um amplo e ambicioso projeto de reflorestamento das matas de galeria ao longo dos tributários contribuintes, com a largura mínima de 120 metros (CHAVES; ROSA; VERÍSSIMO DOS SANTOS, 1996), reestabelecendo os serviços ecológicos de “filtro protetor e fonte de energia” para os ecossistemas aquáticos da bacia hidrográfica; 1.2. Implementar o “pagamento por serviços ecossistêmicos” para os grupos sociais envolvidos diretamente neste projeto, como forma de garantir sua sustentabilidade econômica de longo prazo. Cabe destacar que o Projeto Legado da ANA, que é uma agenda propositiva para o aperfeiçoamento da política e do sistema institucional referente à questão hídrica, propõe que haja a criação de outros instrumentos no rol de incentivos econômicos, além da cobrança pelo uso das águas; 1.3. Monitorar os resultados deste projeto, com base em um protocolo de avaliação visual da integridade física da bacia, já calibrado pelos autores e que pode ser de fácil aplicação por atores da sociedade civil organizada devidamente treinados.
2. A contenção da sedimentação acelerada na bacia do Paranoá proposta acima traria ainda o benefício de frear o acúmulo de sedimentos nos deltas dos tributários nos principais braços do Lago Paranoá. Por outro lado, esses *deltas* tornaram-se importantes “filtros ecossistêmicos à poluição dos braços do Lago Paranoá” (DIAS; BATISTA, 2015) e devem ser classificados como “*ecossistemas especiais*” que não devem ser removidos, mas protegidos na bacia. De forma análoga, todos os *brejos e veredas* remanescentes, todas as áreas de proteção de mananciais (APMs) e as áreas de proteção permanentes na beira dos rios (matas de galeria) e reservatórios devem ser integralmente enquadrados e protegidos como “*ecossistemas especiais*”. A bacia também apresenta duas espécies de peixes ameaçadas de

extinção e catorze espécies novas para a ciência, sendo doze com distribuição bastante restrita e portanto, bastante vulneráveis. As *paisagens aquáticas onde essas espécies vulneráveis* ocorrem também devem ser consideradas como “*ecossistemas especiais*”. Cumpre salientar que uma das recomendações do Projeto Legado é o mapeamento das “*áreas especiais*” em cada bacia hidrográfica. O mapeamento destas áreas, a partir dos critérios de integridade ecológica apontados acima, cumpre essa função e resgata ainda compromissos da Agenda Internacional Ambiental - Metas de Aichii de Biodiversidade (BRASIL, 2013), cuja *Meta 6 prevê o mapeamento dos ecossistemas vulneráveis nos países*. Portanto, a proposta é que todos esses ecossistemas vulneráveis aquáticos devem ser considerados como “*áreas especiais*” para fins de proteção aos ecossistemas aquáticos e, portanto, para a segurança hídrica.

3. O enquadramento dos corpos d’água superficiais em classes, segundo os usos preponderantes, é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997). A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), considera o enquadramento como a “meta ou objetivo de qualidade de água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos ao longo do tempo” e, estabelece que “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2”. Uma das propostas do Projeto Legado (ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017) revê essa decisão e sugere a adoção de classe 1 para todos os corpos d’água sem enquadramento aprovado. Concordamos com essa proposta, pois ela vem ao encontro de proporcionar as condições necessárias à proteção dos ecossistemas aquáticos. Defendemos sua aprovação sobretudo para as “*áreas especiais*”, que passariam a ter classe 1 de qualidade da água como meta.
4. A Resolução do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal - CRH-DF nº 2, de 17 de dezembro de 2014 (BRASIL, 2014), aprova o Enquadramento dos Corpos de Água Superficiais do Distrito Federal e fixa o ano de 2030 como

prazo máximo para sua efetivação. Ao se fazer um exame comparativo dessas metas de qualidade da água aprovadas com os níveis atuais e tendenciais de integridade ecológica, observa-se que há necessidade de compatibilizar tanto o conceito de proteção aos ecossistemas aquáticos, com vistas à segurança hídrica, quanto o imperativo de manutenção de classe 1 nas “áreas especiais”. Logo, os resultados apontam para a necessidade de aperfeiçoamento naquela legislação.

5. Outra proposta interessante do Projeto Legado (ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017) estabelece novos critérios para a diluição de efluentes em corpos hídricos receptores. Aplicada ao Lago Paranoá, a nova legislação implica em limitar a quantidade de efluentes das ETEs e a carga de poluição pontual advinda diretamente dos tributários, à capacidade de suporte dos braços receptores do Riacho Fundo e Bananal. Tendo em vista que a capacidade de suporte dos braços do Riacho Fundo e Bananal já está em seu limiar, e os riscos de que esses níveis atuais de poluição se espalhem para as áreas centrais do lago, que ainda registram condições boas de integridade ecológica, e onde está instalada a captação de água para abastecimento, recomendamos a adoção de quatro medidas para garantir a manutenção das condições de diluição do Lago Paranoá: 5.1. Limitar o crescimento urbano, e por conseguinte, o adensamento populacional, na bacia a montante do Lago Paranoá, para conciliar o volume de esgotos recolhidos e tratados pelas ETEs, o volume de efluentes despejados pelas ETEs, nos braços do Riacho Fundo e Bananal e a capacidade de suporte desses braços receptores; 5.2. Aprimorar a fiscalização e controle das fontes pontuais de poluição nas bacias contribuintes e, sobretudo, nas galerias de águas pluviais, que se tornaram fontes clandestinas de aportes de esgotos; 5.3. Implementar o tratamento de águas pluviais que desaguam no Lago Paranoá; 5.4. Adotar a pesca profissional do Lago Paranoá como “estratégia de biomanipulação” eficiente para garantir a segurança hídrica daquele reservatório, conforme estudos prévios desenvolvidos pela CAESB e Reserva Ecológica do IBGE, entre os anos de 1997 - 2004. O pressuposto assume que o grande esforço de pesca dirigido às espécies exóticas - que revolvem os sedimentos do lago e disponibilizam nutrientes para o crescimento de algas e assim contribuem para a sua eutrofização - é capaz de reduzir aquelas populações de peixes aos níveis necessários à manutenção da qualidade da água. Ou seja, a pesca profissional do Lago Paranoá passa a ser considerada como atividade econômica e ambientalmente estratégica para a manutenção da qualidade da água e seu reuso para abastecimento público.
6. O estudo confirma a importância dos níveis de vazão e regime hidrológico para a manutenção da integridade ecológica na bacia. Para fins deste estudo, os limites de segurança para alterações na vazão e regime hidrológico foram estabelecidos pela série histórica em unidades de conservação em contraposição às séries históricas em áreas alteradas e monitoradas pela Companhia de Saneamento Ambiental. Este procedimento não substitui a necessidade de estudos específicos de ecologia, que são destinados a testar os efeitos de diminuições de vazão (vazão ecológica), e alterações de regime (hidrograma ecológico) a jusante das barragens, sobre as diferentes respostas da ictiofauna e de outros descritores de integridade ecológica utilizados neste trabalho. Estudos dessa natureza precisam ser enfocados com a urgência e abrangência destacadas neste artigo.
7. Ainda com relação ao cumprimento das Metas de Aichi, a Meta 11 (BRASIL, 2013) recomenda que, pelo menos, 17% das zonas terrestres e águas continentais, especialmente áreas de importância particular para a biodiversidade e serviços ecossistêmicos, devem estar conservadas por meio de gerenciamento eficiente e equitativo, ecologicamente representadas, com sistemas bem conectados de áreas protegidas. No caso da bacia do Lago Paranoá, há inúmeras áreas protegidas, com destaque para o Parque Nacional de Brasília e a APA Gama Cabeça de Veado, que precisam ser preservadas tanto dentro delas como nos corredores ecológicos ao longo dos cursos d’água. Tudo isso para termos um amplo espectro de conectividade. Assim, é preciso evitar a fragmentação da vegetação ao longo dos cursos d’água, por meio da criação legal de “corredores urbanos”. Isto vai de encontro também da Agenda Habitat III (ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2016), que prevê a compatibilização de áreas urbanas e rurais e aumento das áreas verdes em cidades. ■

Referências bibliográficas

- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Uma agenda para aperfeiçoamento dos marcos constitucional, legal e infralegal da gestão de águas no Brasil. ANA - Agência Nacional de Águas. Brasília, p. 68. 2017.
- ANGELINI, R.; BINI, L. M.; STARLING, F. L. R. M. Efeitos de diferentes intervenções no processo de eutrofização do Lago Paranoá (Brasília - DF). *OEcologia Brasiliensis*, Outubro 2008. 564-571.
- ANGERMEIER, P. L.; KARR, J. R. Biological integrity versus biological diversity as policy directives: Protecting biotic resources. *Bioscience*, 44, 1994. 690-697.
- BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal no. 9.433, de 08 de janeiro de 1997), Brasília, jan. 1997.
- BRASIL. Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) no. 357, de 17 de março de 2005, Brasília, mar. 2005.
- BRASIL. Resolução CONABIO no. 6, de 3 de setembro de 2013. Dispõe sobre as metas nacionais de biodiversidade para 2020, Brasília, set. 2013.
- BRASIL. Resolução do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal (CRH-DF) no. 02, de 17 de dezembro de 2014, Brasília, dez. 2014.
- CHAVES, H. M. L.; ROSA, J. W. C.; VERÍSSIMO DOS SANTOS, M. Evaluation of the sediment trapping efficiency of gallery forests through sedimentation modeling. *International Symposium on assessment and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests*. Brasília: Universidade de Brasília. 1996.
- DIAS, R. Z.; BAPTISTA, G. M. D. M. Wetland nutrient retention and multitemporal growth - Case study of Riacho Fundo's Wetland. *Acta Limnologia Brasiliensis*, 27(3), 2015. 254-264.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Veredas de Brasília. As expedições geográficas em busca de um sonho. Rio de Janeiro: Centro de Documentação e Disseminação de Informações, 2010.
- KAY, J. J.; REGIER, H. Uncertainty, complexity, and ecological integrity: Insights from an ecosystem approach. In: CRABBÉ, P., et al. *Implementing Ecological Integrity: Restoring Regional and Global Environmental and Human Health*. [S.l.]: NATO Science Series, Environmental Security, 2000. p. 121-156.
- LEMONS, J.; WESTRA, L.; GOODLAND, R. (Eds.). *Ecological Sustainability and Integrity: Concepts and Approaches*. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 1998. 315 p.
- MAINZER, K. *Thinking in complexity: The complex dynamics of matter, mind, and mankind*. 3a. ed. New York: Springer-Verlag, 1997. 361 p.
- MATTHEWS, W. J. *Patterns in Freshwater Fish Ecology*. New York: Chapman & Hall, 1998. 756 p.
- ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*, New York, 25 September 2015. 35.
- ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. III Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III). [S.l.]: [s.n.]. 2016.
- PECK, S. *Planning for biodiversity: issues and examples*. Washington: Island Press, 1998. 221 p.
- STARLING, F. L. F. R. M. Avaliação da capacidade suporte do Lago Paranoá (1999 - 2011). CAESB - Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Brasília, p. 14. 2015.
- STARLING, F. L. D. R. M.; RIBEIRO, M. C. L. D. B. Dinâmica do controle seletivo de peixes exóticos como estratégia de biomanipulação frente à intensificação do processo de oligotrofização do Lago Paranoá (Brasília - DF). *X Congresso Brasileiro de Limnologia*. Ilhéus: [s.n.]. 2005.
- STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topology. *Geological Society of America Bulletin*, 63, n. 11, 1952. 1117-1142.
- TUNDISI, J. G. et al. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: _____ *Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Gestão*. 3a. ed. [S.l.]: Escrituras Editora, 2015. p. 203-240.
- UNESCO. *Vegetação do Distrito Federal: tempo e espaço*. 2. ed. [S.l.]: [s.n.], 2000. 80 p.
- VERÍSSIMO DOS SANTOS, M. Produto 3 - Análise e avaliação da representatividade ecológica do sistema de áreas protegidas do Distrito Federal. UNESCO. Brasília, p. 130. 2013.

Autores

(1) *Mauro Lambert Ribeiro*

Doutor em Zoologia - UNESP - Rio Claro; IBGE

(2) *José Wilson Correa Rosa*

Doutor em Geofísica - MIT; UnB

(3) *Mônica Veríssimo dos Santos*

Doutora em Geologia - UnB; Associação de Pesquisas Ecológicas do Cerrado

A crise e o consumo de água em Brasília

Aldo Paviani e Alexandre Brandão

Introdução

As diversas pesquisas em andamento na Diretoria de Estudos Urbanos e Ambientais da Codeplan procuram dar foco nos aspectos ambientais e urbanos, sempre no sentido de pensar a Brasília do futuro. O objetivo central do projeto “água” tem sido análise dos recursos hídricos, não apenas como uma questão ambiental, mas como uma questão estratégica para Brasília, tendo em vista ser o Distrito Federal a unidade da federação com a menor disponibilidade hídrica do país.

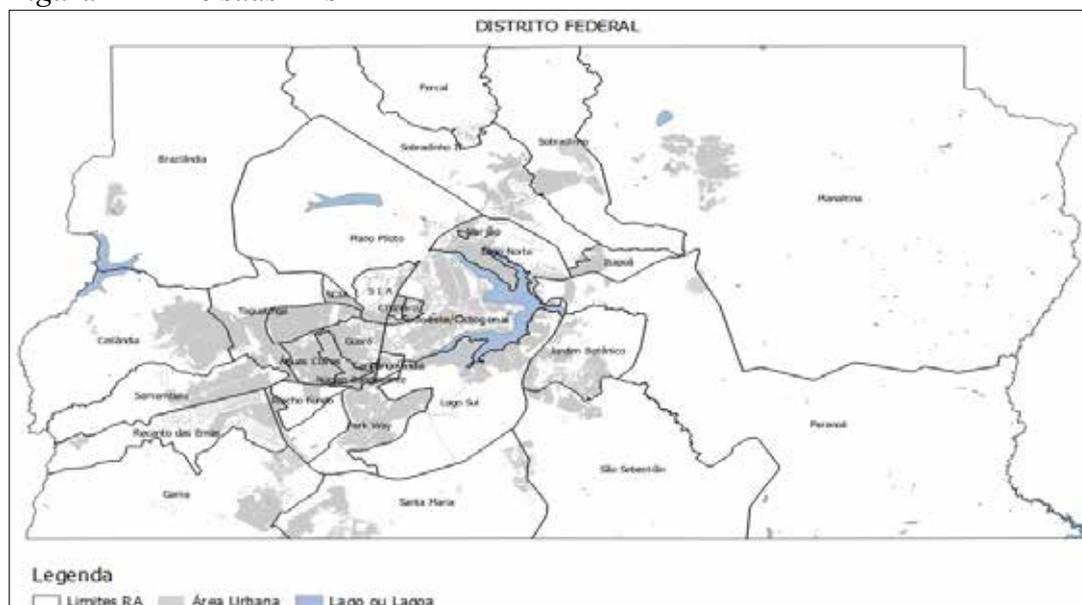
O IBGE considera que o DF contém apenas um município - Brasília, subdividido em 31 Regiões Administrativas - RAs. Geograficamente, Brasília é o DF urbano, é composto por núcleos do Município de Brasília, mais as anteriormente denominadas cidades-satélites, elevadas à condição de Regiões Administrativas. O centro de Brasília é o Plano Piloto, ou RA 1¹ e é detentor de 41,53% dos postos

de trabalho do DF, segundo pesquisa da Codeplan. É importante salientar que, em seu território com 5.779,99 km², a Codeplan estima que haja 2,906 milhões de habitantes, dos quais só 210.067 residem no Plano Piloto e 2.696.507 nas demais 30 Regiões Administrativas (Codeplan, PDAD/2015, p. 43).

No primeiro estudo, de 2015, foi privilegiada uma abordagem sobre as características da demanda que abre uma alternativa às análises que privilegiam as questões hidrológicas e de engenharia, igualmente importantes, mas que contornam questões sociais fundamentais. Identificou-se um elevado consumo *per capita*, consistente com o nível de renda, mas marcado pela desigualdade entre seus habitantes. Outra observação: as projeções de consumo seriam críticas se a expansão populacional continuasse acompanhada daquele elevado padrão de consumo e que há variações muito relevantes segundo o tipo de habitação - casa ou apartamento. Foi visto também que os principais conflitos pelo uso da água seriam entre o uso residencial e a produção agrícola.

1 A RA 1 Plano Piloto foi assim denominada pela Lei Nº 1.648, de 16 de setembro de 1997.

Figura 1 - DF e suas RAs



Naquela ocasião, pode ser observado que as atividades produtivas consomem bem menos que as residências e que a diversificação econômica não agravaria um cenário de escassez de água, desde que houvesse maior eficiência no consumo, mas, nesta 2ª etapa, o objetivo do trabalho, é relacionar as características do consumo do DF ao cenário de crise hídrica e econômica, montado entre 2015 e 2017, para se aprofundar sobre suas consequências socioeconômicas.

A Crise

A crise hídrica tem sido acompanhada por meio dos níveis dos reservatórios do Descoberto e de Santa Maria, que têm chegado ao fim da temporada de chuvas, em níveis insuficientes para abastecer o DF até o fim da estiagem. Muito se tem debatido sobre as causas dessa redução, com alguns pesquisadores apontado questões locais como a destruição das nascentes. Outros, abordam aspectos mais globais como as mudanças climáticas e o fenômeno do “*El Niño*”.

Não é objetivo deste texto abordar causas meteorológicas, mas sim alguns dos aspectos socioeconômicos da crise hídrica. O Tribunal de Contas já se preocupava, em 2009, com o desabastecimento de água no DF em razão da ausência de investimentos, das perdas e da destruição ambiental². Igualmente, o relatório “Atlas Brasil 2010; Resultado por estado”, da Agência Nacional de Água - ANA, 2010, pág. 56 - já afirmava, que os sistemas produtores do DF necessitariam de novas fontes para responder ao crescimento populacional. No Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal - PGIRH - ADASA, 2012- foram apresentadas algumas projeções críticas em termos de disponibilidade hídrica, com a demanda da população atingindo o mesmo nível de oferta do sistema.

O Racionamento

É bom lembrar que as restrições no uso da água não começaram em 2017 pelas áreas urbanas. Já em setembro de 2015 o foco era os cerca de 400 agricultores de Planaltina e Sobradinho, áreas que não tem capacidade de reservação e estão fora das bacias dos principais reservatórios do DF. Para estes, a captação de água foi restringida, diariamente, por três horas, interrompendo a irrigação.

A ADASA, ainda em setembro de 2016, autorizou o

2 Gabriel Luiz. Relatórios do Tribunal de Contas já previam racionamento no DF em 2009. **GI DF** 20/03/2017

início do racionamento e a Caesb iniciou interrupções diárias em algumas Regiões Administrativas. Em novembro de 2016 foram suspensas as novas permissões para perfuração de poços e a captação de água por caminhões-pipa também foi restringida³. Em outra resolução, a ADASA reduziu pela metade a extração via poços, exceto para residências coletivas e indústrias⁴. Visava-se restringir a retirada de água bruta por poços, que burlam o pagamento da conta, para jardinagem ou piscinas⁵.

Em janeiro de 2017 foi reduzida a vazão de água captada no Descoberto em 15,7%⁶ e em fevereiro de 2017, foi determinado à CAESB que reduzisse a captação de água nos reservatórios de Santa Maria e do Descoberto⁷. Finalmente, em março de 2017, a ADASA apresentou diretrizes para o uso da água e a partir destas, a CAESB iniciou os cortes de 24 horas, nas RAs, em sistema de rodízio.

Os Investimentos

Apesar dos alertas oficiais, o Distrito Federal passou 15 anos sem grandes investimentos em captação de água⁸. Atualmente estão sendo administrados pelo Governo de Brasília: O Sistema Produtor de Água do Paranoá com previsão de conclusão para 2018, o Sistema Bananal, que teria conclusão em 2017 e o Sistema de abastecimento de água do Corumbá, que trará água da região de Goiás e conclusão prevista para 2018⁹. Além destes, foi iniciada a captação de água emergencial no Lago Paranoá e também foram realizadas obras para o revestimento e cobertura de canais rurais¹⁰.

Apesar dos empreendimentos previstos, os dados da CAESB indicam que a capacidade de realizar os investimentos planejados tem se reduzido ano a ano, desde 2013, como pode ser observado no Gráfico 1.

Era esperado investir R\$ 829,8 milhões em 2016, mas deixou-se de aplicar quase R\$ 648,5 milhões, ou seja, não realizando mais de 80% do previsto

3 Vinicius Brandão. Concessão de novas permissões para poços artesanais está suspensa. **Agência Brasília** 10/11/2016

4 Flávia Maia. Novas regras para consumo de água em postos, lava a jatos e carros-pipa. **Correio Braziliense** 1º/11/2016

5 Isa Stacciarini e Pedro Grigori. Em plena crise hídrica, água sai de rios para encher piscinas. **Correio Braziliense** 25/09/2017

6 Gabriela Moll. Consumo de água deve continuar reduzido em 2017. **Agência Brasília** 4/01/2017

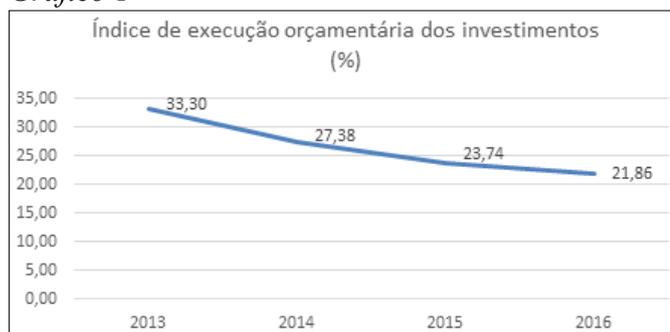
7 Fabio Rodrigues Pozzebom. Adasa reduz captação de água em Santa Maria e no Descoberto. **Agência Brasil** 21/02/2017

8 Saulo Araújo. Novos sistemas de captação de água vão aliviar reservatórios do DF em épocas de seca. **Agência Brasília** 26/09/16

9 Mateus Rodrigues. Oito meses após anúncio, pacote do GDF tem atraso em 56% das obras. **GI DF** 14/03/2016

10 Flávia Maia. Rafael Campos. Agricultores penam com maior seca da história do Distrito Federal. **Correio Braziliense** 13/10/2016

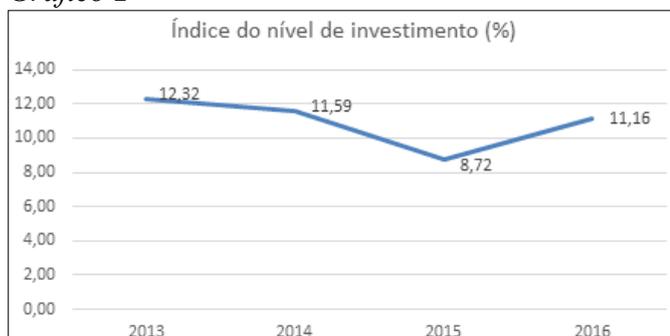
Gráfico 1



Fonte: CAESB, 2017

(CAESB, 2017). A baixa execução dos recursos disponíveis foi a menor desde 2013. Por seu lado, a capacidade de aumentar os investimentos a partir de suas próprias receitas não tem se elevado, como demonstra o Gráfico 2.

Gráfico 2

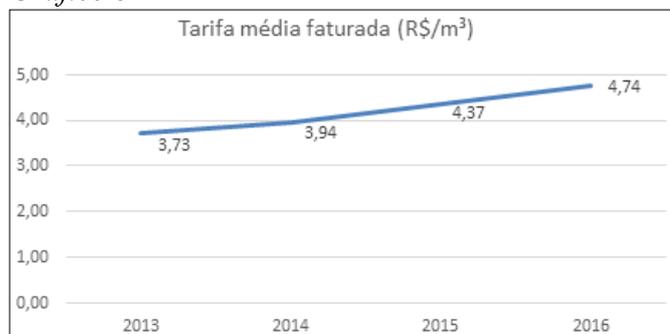


Fonte: CAESB, 2017

Por que as tarifas sobem?

Uma das medidas de enfrentamento da crise tem sido os reajustes da tarifa. Em março de 2015 o reajuste foi de 16,20%. O segundo foi 2,67%, em dezembro de 2015 e o terceiro reajuste foi de 7,98%, em junho de 2016¹¹. Em junho de 2017 o abastecimento de água e coleta de esgoto sofreram novo aumento de 3,1%¹².

Gráfico 3



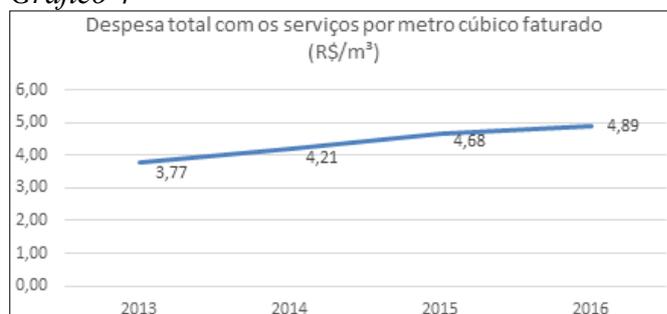
Fonte: CAESB, 2017

11 **Correio Braziliense**. Conta de água aumentará 7,98% em todo o DF a partir desta quarta-feira. 31/05/2016

12 Hélio Montferre. Tarifas de água e de esgoto terão reajuste a partir de 1º de junho. **Correio Braziliense /Esp. CB/D.A Press** 03/05/2017

Além dos aumentos tarifários, a ADASA iniciou a aplicação da tarifa de contingência, com aumento real de 20% nas contas de água. Até março de 2017, o Governo do Distrito Federal arrecadava cerca de R\$ 31,90 milhões, mais que o dobro da arrecadação normal¹³. O objetivo foi incentivar a redução no consumo sem onerar aqueles que consomem menos de 10 m³/mês, que estão isentos. Os recursos só devem ser utilizados em investimentos específicos para o enfrentamento da crise hídrica. Assim, está proibida a aplicação em despesas de pessoal ou custeio, embora as despesas com serviços venham se elevando continuamente desde 2013, como demonstra o Gráfico 4.

Gráfico 4

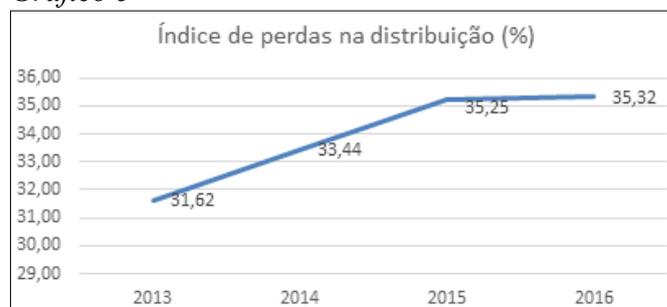


Fonte: CAESB, 2017

O Tamanho do desperdício

Dados do Ministério do Meio Ambiente indicam que, 36,4% da água produzida é perdida no Brasil¹⁴. Para o Distrito Federal, a CAESB estima um prejuízo de R\$ 43 milhões com ligações clandestinas em 2016, em cerca de 40 mil imóveis e o desvio equivaleria a 8,7 milhões de m³/ano.¹⁵ Pela diferença entre o que é produzido e o consumido, chega-se a 35% de perdas na distribuição, equivalente a 88 milhões de m³/ano, mas o objetivo é reduzir o índice para 20% (Gráfico 5).

Gráfico 5



Fonte: CAESB, 2017

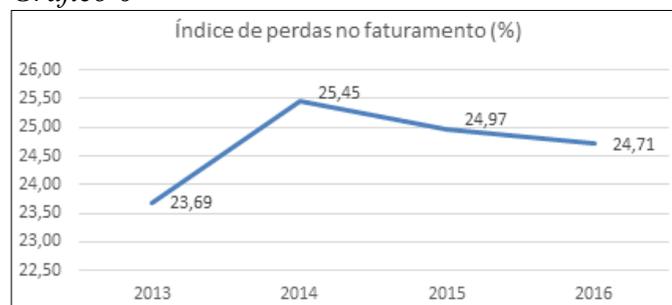
13 Wellington Hanna. Governo do DF arrecadou R\$ 17,64 milhões em março com taxa extra nas contas de água. **G1**. DF 27/04/2017

14 **Correio Braziliense/Agência Brasil**. País desperdiça 36,4% da água disponível, diz Ministério do Meio Ambiente. 24/03/2016

15 Vinicius Brandão. Projeto Atlas indica prejuízo de R\$ 43 milhões com ligações clandestinas de água. **Agência Brasília**. 25/09/2017

O Gráfico 6 demonstra que o índice decorrente da diferença entre o volume produzido e o faturado alcançou 24,7% em 2016, mas após um pico de perdas em 2014 este percentual vem se reduzindo para um patamar em torno de 61,9 milhões de m³/ano.

Gráfico 6

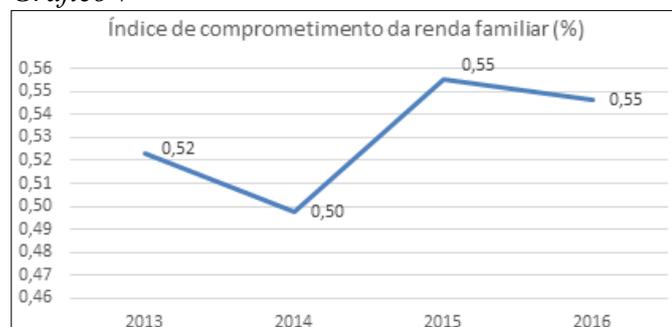


Fonte: CAESB, 2017

O Comprometimento da Renda

As tarifas de água e de esgoto para residências dependem da faixa de consumo e explicita uma certa progressividade na cobrança. No entanto, se for observado o Gráfico 7, verifica-se que, em função da renda média mensal do DF, não parece haver uma influência significativa dos aumentos de tarifa no índice.

Gráfico 7



Fonte: CAESB, 2017

A renda familiar do DF acaba amortecendo os efeitos dos aumentos de tarifa para o conjunto da população, mas o mesmo não se pode dizer para as camadas de menor renda. No Gráfico 8 é possível observar o maior comprometimento entre 2013 e 2016, mesmo com os aumentos reais do salário.

Gráfico 8



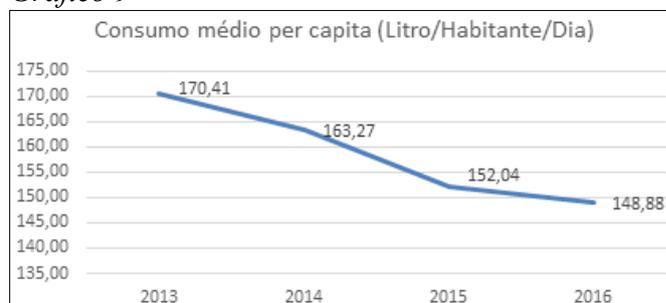
Fonte: CAESB, 2017

Por que o consumo caiu?

Embora os aumentos na tarifa estejam comprometendo a renda dos mais pobres, nosso maior problema parece ser de outra natureza, onde a desigualdade de renda acarreta baixos níveis de consumo em regiões mais pobres, enquanto as famílias de maior renda apresentam um consumo bem mais elevado, conforme já analisado em trabalho anterior (Brandão & Paviani, 2016). O agravante nesse momento é que as disparidades de consumo têm como pano de fundo um período de crescimento da renda, onde os níveis de demanda de famílias e empresas estavam muito próximos à capacidade de oferta de água, somada a escassez de chuvas.

A boa notícia é que, conforme já indicado nas observações anteriores, o consumo *per capita* de água vem caído sistematicamente desde 2014, vide Gráfico 9. Os índices estimados pela CAESB confirmavam um movimento de alta entre 2008 e 2013, especialmente entre 2009 e 2010. No entanto, os dados informam que o consumo no Distrito Federal apresenta uma trajetória de queda acentuada no período 2013 - 2016 (Gráfico 9).

Gráfico 9



Fonte: CAESB, 2017

O cálculo do consumo *per capita*, segundo o Relatório “Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto 2013 (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014), é a média diária para atender não apenas o consumo residencial, mas também o comercial, o público e o industrial, ficando de fora a agropecuária. Neste sentido, apesar da preponderância do consumo doméstico, também as variações na economia podem influir na evolução do indicador.

O histórico de consumo *per capita*, especialmente a queda observada em 2015 e 2016, abre espaço para inferir se esta não seria mais função da crise econômica que de outros fatores. A maior exposição na mídia da crise em São Paulo certamente sensibilizou todo o País, no entanto, uma hipótese mais forte é que essa redução seja causada pela crise

econômica. O mais provável é que aqui no DF, as variações observadas tenham sido causadas por uma conjunção de fatores, que vão desde a contração na renda, a majoração das tarifas até a queda na atividade econômica.

Não é possível descartar nem mesmo que a expansão desordenada das captações irregulares de água, tenha reduzido o consumo da água da Concessionária. Nessa hipótese, a retirada direta de rios e lagos ou com poços poderia estar contribuindo para a redução do nível dos reservatórios, sem aparecer nas estatísticas ou no faturamento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.

A Crise Econômica e o Consumo Urbano

A Unesco apontava que, em 2016, cerca de 42% do total da força de trabalho mundial (1,4 bilhão de empregos), são altamente dependentes dos recursos hídricos¹⁶. Os setores com uso intensivo de água são: agricultura, indústria, silvicultura, aquicultura, mineração e a produção de energia. Também foi estimado que 1,2 bilhão de empregos, ou 36% do total da força de trabalho mundial, são moderadamente dependentes dos recursos hídricos. Os setores onde a água não é intensiva, mas essencial são a construção civil, saúde e o turismo¹⁷.

A Tabela 1 revela que, em 2016, o consumo comercial e industrial, juntos, não passaram de 10,5% do total urbano, enquanto as residências no DF alcançaram cerca de 82,5%. Entre 2013 e 2016, o consumo de água residencial reduziu de 136,2 milhões/m³ para 132,9 milhões/m³. Uma redução de 2,5%. No mesmo período, o comércio registrou queda no consumo, passando de 18,2 milhões/m³ para 16,5 milhões.¹⁸ Uma redução de 9,3%.

Tabela 1

Volume consumido anual por categoria	2013 - 2016 (x1000m ³)				
	2013	2014	2015	2016	%
Total	167.590	167.055	159.434	161.343	100
Industrial	915	790	776	765	0,5
Comercial	18.219	18.125	16.802	16.572	10
Público	12.168	11.783	11.183	11.043	7
Residencial	136.288	136.357	130.673	132.963	82,5

Fonte: ADASA, 2017

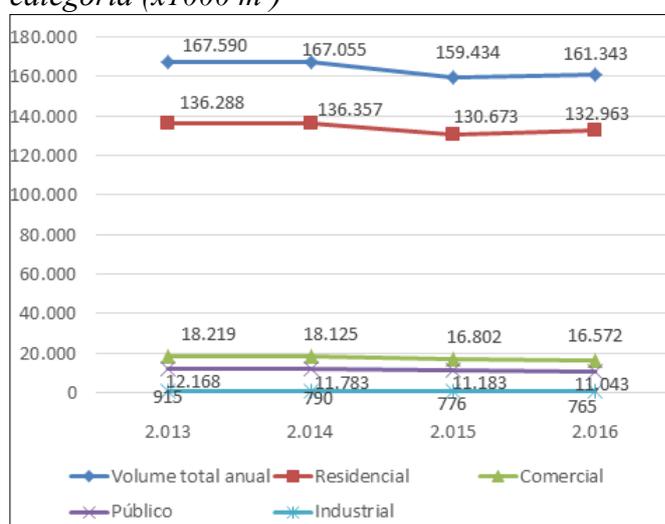
16 Andrea Verdélio Dia Mundial da Água: 78% dos empregos no mundo dependem de recursos hídricos. Agência Brasil 22/03/2016

17 Relatório Mundial das Nações Unidas para o Desenvolvimento de Recursos Hídricos. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) 2016

18 Jornal de Brasília. Consumo de água em residências no DF cresce 16% em 5 anos. 21/09/2016

Sempre lembrando que a média *per capita*, inclui os volumes utilizados para satisfazer as demandas domésticas e produtivas, a redução do consumo residencial foi responsável por 53% na redução do consumo. No entanto, apesar da menor participação, as atividades produtivas contribuíram com quase 47% no esforço de redução que resultaram na queda do consumo *per capita*. Ressalta-se que, outra hipótese não desprezível, é que tais atividades possam estar intensificando o uso de poços, escapando às estatísticas de faturamento.

Gráfico 10 - Volume anual consumido por categoria (x1000 m³)



Fonte: ADASA, 2017

No DF, em função do racionamento, os maiores prejudicados são os prestadores de serviços com uso intensivo em água, os pequenos comerciantes que não tem capacidade de reservação e em especial os restaurantes. As atividades econômicas acabam por implementar as mais diversas estratégias para a redução de consumo, usando material descartável, suspendendo alguns serviços e recusando clientes. Aqueles que podem, acabam adquirindo mais caixas d'água para aumentar a capacidade de reservação. O caso da indústria da construção civil é de outra natureza porque servem-se de carros pipa para retiradas de água bruta. Na medida em que a queda no consumo do produtivo se deu em plena crise econômica não é possível isolar a redução dada pela queda de atividade daquelas por medidas adaptativas. As atividades que dependem diretamente de água, como bares, restaurantes, hotéis, lavanderias e *pet shops* provavelmente estão vivendo os dois processos.

Os prejuízos ao agronegócio

O estudo da *Food and Agriculture Organization* - FAO, (FAO & WWC, 2015, pág.10), projeta para 2050, que a produção de alimentos e a agricultura serão os maiores consumidores de água no mundo. A FAO estima que haverá aumento na demanda e maior disputa entre o uso residencial e o agronegócio, com escassez de recursos hídricos e uso crescente da água subterrânea. No Brasil, a segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (ANA, 2014, pág. 36), o setor da irrigação é o responsável por 54% da retirada de água¹⁹.

No Distrito Federal o perfil de consumo difere daquele visto para o Brasil. Aqui o consumo para abastecimento urbano alcança 80% das vazões consumidas médias das captações superficiais e subterrâneas, e o agronegócio fica com cerca de 20% - irrigação (16,2%), animal (2,0%) e rural (1,5%) (ADASA/DF,2013, pág. 33).

No DF, mais de 90% das propriedades rurais são de pequenos produtores (menos de cinco hectares), de acordo com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas -Sebrae²⁰. Os produtores tiveram sua produção afetada, tanto pela carência de chuvas, como pelas restrições na captação direta nos rios e, segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do DF - EMATER, houve queda de 70% na produção e de 30% na área plantada com a seca de 2016²¹ e encarecimento de alguns alimentos em até 100%²².

A recomendação da FAO (FAO & WWC, 2015, pág. 14) é por uma ação governamental que estimule os produtores ao uso racional e de forma a preservar os recursos hídricos. Aqui a estratégia foi a redução das vazões nos canais que servem os agricultores e investir na cobertura e revestimento destes canais para reduzir as perdas por evaporação e vazamentos. Outra iniciativa da EMATER é a adoção de estufas e de irrigação “por gotejamento” que aumentam a produtividade e reduzem o consumo de água²³.

19 ANA. Relatório “**Conjuntura dos Recursos Hídricos; Informe**”. Brasília. 2014

20 Thais Paranhos/ Luiz Calcagno. **Correio Braziliense**. 11/05/2015

21 Flávia Maia Pedro Grigori, Thiago Soares Antonio Cunha. Falta água no Distrito Federal e sobram prejuízos para população. **CB/D.A Press** 06/03/2017

22 **Correio Braziliense**. Pela primeira vez na história, Barragem do Descoberto fica abaixo de 30%. 13/10/2016

23 Amanda Martimon. Com técnica correta, produtores economizam água e aumentam renda. **Agência Brasília**. 07/08/2017

Considerações finais

O DF passou 15 anos sem grandes aportes nos sistemas produtores de água, mas o Governo de Brasília tem acelerado os investimentos e ainda assim, os dados indicam que a capacidade de investir, conforme o planejado, tem se reduzido ano a ano. Foi visto que os gastos em R\$/m³ vem aumentando desde 2013 e pressionando as variações na tarifa na mesma proporção. Provocada pelo menor crescimento da economia, já é possível vislumbrar um cenário onde se combinará o aumento da oferta, obtida com os novos sistemas produtores, com a demanda crescendo em ritmo menor e sem as pressões inflacionárias sobre as tarifas.

Por outro lado, as perdas na distribuição atingiram cerca de 35% do montante produzido, no faturamento alcançaram 24,7% em 2016. Assim, enquanto o total consumido caiu cerca de 6 milhões/m³/ano, só em 2016, a diferença entre o produzido e faturado atingiu cerca de 61 milhões/m³.

O consumo total e *per capita* de água vem caído sistematicamente desde 2013, ou seja, antes do estabelecimento do racionamento e não parece haver uma influência significativa dos aumentos de tarifa no comprometimento da renda familiar, com a elevada renda média familiar do DF amortecendo seus efeitos.

Uma das consequências do aumento das tarifas, tem sido o maior comprometimento dos gastos com a tarifa, entre 2013 e 2016, para aqueles que ganham até um salário mínimo. Como a queda no consumo se deu no período 2015 e 2016, é bem provável é que as variações decorram da contração na renda dos mais pobres e da queda da atividade. As atividades produtivas têm sido afetadas pela combinação de crise econômica e racionamento. Os maiores prejudicados são os prestadores de serviço com uso intensivo em água e os pequenos comerciantes, que não tem capacidade de reservação, mas também, os produtores agrícolas que têm sua produção afetada, com a queda de 70% na produção. No DF, por conta da crise, as atividades econômicas reduziram seu consumo em cerca de 9% e contribuíram com quase metade do esforço de redução, mas 53% da redução foram obtidas das residências.

O fundamental é verificar se a retirada ilegal de água por extração dos rios e lagos ou por poços operadas por residências e grandes empresas não estariam reduzindo o consumo faturado e comprometendo os reservatórios. Sem medidas fortes de

repressão à retirada ilegal, se reduzirá a receita da concessionária, justamente quando estes recursos são mais necessários e o esforço acabará por recair nas residências e negócios que pagam suas contas.

Será necessário incrementar apoios específicos, sejam para negócios urbanos ou do agronegócio e buscar mais eficiência nas atividades econômicas com novas tecnologias e equipamentos. Para as pesquisas em torno do tema não basta apenas estimar o impacto da crise por RA, mas identificar aquelas atividades que não têm “plano B”, e acompanhar o impacto da crise por tipo de atividade e porte do negócio. Não foi possível identificar o quanto a redução do consumo do comércio se deu por conta da crise econômica e, portanto, o impacto no emprego.

As restrições na captação de água nos reservatórios devem se fazer sentir mais em 2017 e nos próximos anos, no entanto, o fundamental é que as estratégias governamentais possam distribuir os sacrifícios entre diferentes níveis de renda e usos da forma mais justa possível, não apenas enquanto a crise persistir. As políticas públicas devem estimular as mudanças nos padrões de consumo, utilizando a escola e as crianças como vetores educacionais, de forma a perpetuar os avanços obtidos na redução do consumo *per capita*, talvez com maior progressividade da tarifa, aumentando ainda mais a pressão sobre os usuários que consomem mais e utilizam poços. ■

Referências bibliográficas

- ADASA (DF). Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal (PGIRH/DF). Brasília. Julho 2012. Vol. II. 965 p.: il.
- Agência Nacional de Águas (BRASIL). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília - ANA - 2015 107 p.: il.
- BRANDÃO, Alexandre. PAVIANI, Aldo. Consumo de água em Brasília: Crise e oportunidade. Texto para Discussão TD - n. 8 (2015). Brasília: Companhia de Planejamento do Distrito Federal, n. 8, outubro, 2015. 28 p.
- CAESB (DF). Relatório de indicadores de desempenho da CAESB 2017 - Resultados 2016. Brasília, 2015.
- Ministério das Cidades (BRASIL). Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - SNSA. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p.: il.
- ONU. Relatório Mundial das Nações Unidas para o Desenvolvimento de Recursos Hídricos; UNESCO. 2016
- FAO - WWC. WHITE PAPER. Towards a Water and Food Secure Future: Critical Perspectives for Policy-makers. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Rome, 2015. WORLD WATER COUNCIL Marseille, 2015. 62 p.

Autores

(1) Aldo Paviani

Geógrafo. Diretor de Estudos Urbanos da Codeplan

(2) Alexandre Brandão

Economista. Gerente de Estudos Ambientais da Codeplan

Governança da água na experiência de elaboração do ZEE do Distrito Federal

Maria Sílvia Rossi

1. Introdução

A Lei das Águas, lei federal nº 9.433/1997, regula o artigo 21 da Constituição Federal e representa um avanço inestimável para o país. A Lei nº 2.725/2001 é a Lei das Águas no Distrito Federal, ambas instituem a Política dos Recursos Hídricos e criam o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, todavia, as leis referem-se à água, já em seu artigo 1º.

Apesar da grande importância histórica da água para as civilizações, sua gestão tem sido aprimorada principalmente em situação de escassez. Na sociedade moderna, os vínculos com a água foram perdidos e esta passou a ser tratada como mercadoria descartável e disponível infinitamente. Neste século, os conflitos pela água têm aumentado no mundo, em quantidade e intensidade, gerando situações de guerra e deslocamento de grandes contingentes populacionais.

A água é um bem natural público, insubstituível, estratégico, de dimensões e usos múltiplos, dotado de valor econômico e função social e vulnerável à ação antrópica. Ela dá vida ao meio ambiente, fundamenta culturas, está na essência da vida cotidiana e é a base de nossa saúde e de nossa vida. No âmbito dos territórios, faz-se necessário superar o olhar setorial sobre a água e integrá-lo como elemento essencial, na centralidade do planejamento e gestão territoriais.

Este artigo traz o estudo de caso dos arranjos de governança para elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal. A definição da vocação de cada porção do território teve na água um dos elementos mais centrais para a tomada de decisão, de onde, como e com que cuidados ocupar o território. O presente artigo apresenta as grandes lições no desafio intersetorial de posicionar a água como elemento balizador das decisões territoriais no Distrito Federal, para os próximos vinte anos.

Há de se registrar que o esforço intensivo dos últimos seis anos de trabalho aconteceu com força de trabalho de servidores públicos e teve como princípio trabalhar pela cultura da Paz, antecipando sempre que possível, e mediando conflitos pelo uso da água. A experiência mostrou que, com vontade política e técnica, é possível fortalecer o papel virtuoso do Estado como empreendedor e indutor da formulação participativa de políticas públicas. Isto significa, na prática, mobilizar dentro do Estado - e com os parceiros - os elementos necessários e suficientes ao desafio proposto, sem depender de consultorias.

Neste contexto, os trabalhos tiveram foco no *processo* de construção, superando a visão reducionista de *produto* (projeto de lei). Esta opção, aliada aos arranjos de governança, possibilitaram muitos benefícios e deixaram alguns legados, tais como as parcerias, a disseminação e apropriação dos resultados parciais dos estudos e debates técnicos por um conjunto cada vez maior de servidores públicos e interlocutores do processo e o aprimoramento dos instrumentos de controle social e transparência, dentre os quais o próprio sítio eletrônico do ZEE (www.zee.df.gov.br). Dentre estes interlocutores destacamos os órgãos do próprio governo - distrital e federal (23 instituições) -, sociedade civil (ONGs, associações e comunidades) e setor privado (federações e sindicatos), além de órgão de controle (MPDFT), de justiça (TJDF), de classe e da academia.

2. O papel da governança para a construção dos pactos no território

A mensagem central, decorrente das lições aprendidas, está relacionada ao papel da governança na construção dos pactos para a ocupação do

território: ***Para prevenir e mediar conflitos, é imprescindível a vontade política e a prática perseverante do diálogo, nos mais diversos níveis.*** Este diálogo, ao longo do tempo, só pode ser garantido com ***arranjos de governança com claros níveis de descentralização.***

No caso do ZEE-DF, a vontade política foi claramente expressa em 2015, com o Decreto Distrital nº 36.473 de 30/04/2015 que estabeleceu a Coordenação Geral Política composta por Secretarias de Estado, que prestam contas ao governador do andamento dos trabalhos, Casa Civil; Meio Ambiente - Sema; Gestão do Território e Habitação - SEGETH; Agricultura - Seagri; Economia, Desenvolvimento, Inovação, Ciência e Tecnologia - SEDS; Mobilidade - Semob e Planejamento - Seplag. Por sua vez, a Coordenação Geral Técnica foi formalizada por portaria conjunta e envolveu representantes de quatro Secretarias de Estado (Sema, SEGETH, Seagri e SEDS). Vinte e três instituições com representantes formalmente nomeados, trabalham desde 2012, em grupos de trabalhos e em uma plenária geral dos órgãos denominada Comissão Distrital (figura 1).

Estes arranjos de governança tiveram por base a visão de um Estado com o “*consenso organizado dos governados*” (Liguori & Pasquale, 2017). Em última instância, consensos são necessários à construção dos meios para o desenvolvimento do projeto e do território. Considerou-se a descentralização da governança (Bardhan, 2002), necessária tanto à produção de conhecimento quanto em negociações relacionadas à construção dos pactos no território e sua legitimação. Evidências empíricas mostram que a produção descentralizada, embora coordenada, possibilita o provimento de soluções a tensões sociais e políticas existentes, resguardados os níveis de autonomia para negociações e o aumento da eficácia das políticas públicas (Santos, 1998).

As parcerias formais e informais foram estabelecidas para a continuidade das discussões, a exemplo da nomeação formal de representante da Embrapa Cerrados, ICMBio ou da participação de membros da academia, considerado notório saber, em grupos de trabalho ou nos painéis de validação de capítulos dos cadernos técnicos que fundamentam o ZEE-DF. Só de 2015 a 2017, a Coordenação Geral Técnica do ZEE-DF organizou 13 debates em cinco conselhos distritais, 19 reuniões com conjuntos representativos da sociedade civil (ONGs e comunidades), mais de

12 reuniões e debates com setor privado (industrial, comércio e rural). Para facilitar a participação das comunidades preparando para a finalização dos debates, foram realizadas em 2016 três Consultas Públicas Regionais.

Ao todo, foram três Audiências Públicas - AP, sendo a primeira de diagnóstico, organizada junto à Câmara Legislativa do DF em 2013, onde foram apresentados e testados os conceitos-chaves aplicados no prognóstico, tais como risco ecológico, segmentação da população segundo o risco de vulnerabilidade, entre outros. As duas audiências públicas de prognósticos aconteceram em março e novembro de 2017 e foram precedidas de inúmeras reuniões preparatórias com a sociedade.

Diversas mudanças na minuta do projeto de lei apresentadas na segunda audiência pública incorporaram grande parte das proposições apresentadas pela sociedade (figura 2). O diálogo com a sociedade mostrou-se fundamental para reequilibrar as forças de negociação dentro do próprio governo, particularmente nas suas relações de força. Assim é que as críticas e sugestões da 1ª AP foram imprescindíveis para qualificar o debate interno no governo, tornando-o mais próximo das exigências da sociedade (Santos, 1998).

3. Quatro elementos importantes para alimentar o diálogo viabilizado pelos arranjos de governança

3.1. Os conceitos adotados devem estar legitimados e apropriados por todos

Em iniciativas intersetoriais e transversais, a clareza dos ***conceitos adotados*** importa muito pois podem constituir barreira para os trabalhos ou, ao contrário, garantir efetividade no diálogo entre as partes, a começar pelos setores governamentais. No caso em tela, os regramentos legais setoriais e os conceitos que incidem sobre o território são diversos, muito técnicos, complexos e por vezes antagônicos. Um exemplo de discussão exaustiva foi “água e ciclo hidrológico” e “recursos hídricos” - seu significado e suas implicações. Ao trabalhar em plenitude o conceito de “água”, induz-se, por exemplo, à discussão dos limites autorizáveis para o lançamento de efluentes ou de drenagem sobre os rios de modo a resguardar e garantir a vida nele existente - ou seja, a capacidade de suporte do corpo

hídrico. De fato, o conceito de “recursos hídricos”, advindo da tradição do setor elétrico, historicamente pouco considera o impacto negativo à vida aquática, o que pode ser evidenciado pela ausência de indicadores biológicos da vida no rio no conjunto de indicadores de monitoramento efetivamente usados no gerenciamento dos “recursos hídricos” no país. Ao incorporar o ciclo da água e a hidrosfera como objeto de estudo do ZEE-DF, trabalhou-se para fazer valer o parágrafo único do artigo 1º da Lei Distrital 2.725: *Para os efeitos desta Lei, os recursos hídricos são considerados na unidade do ciclo hidrológico, compreendendo as fases aérea, superficial e subterrânea, e tendo a bacia hidrográfica como unidade básica de intervenção.*

Os conceitos de “abundância” e “escassez” também foram debatidos no tocante às suas implicações. As diretrizes contidas no Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal - PGRH-DF, objeto da Resolução nº 02/2012 do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal - CRH-DF foram verificadas à luz do uso autorizado da água, mediante avaliação do conjunto de outorgas de direito do uso da água assim como o que se observa nos rios diretamente, pela rede governamental de monitoramento. Estas análises possibilitaram identificar diversos pontos de melhorias urgentes para o sistema distrital de gestão das águas, debatidos no governo e nos conselhos. Ademais, a cultura da abundância no DF e no Brasil traz uma complexidade no diálogo com a população. As práticas muito usuais de tolerância para com o desperdício e a má gestão - nos diferentes níveis (residencial, institucional, governamental) - tencionam o diálogo em situação de escassez como a vivida no Distrito Federal e demandam mudanças de atitudes, fortalecimento de arranjos mais inovadores de governança e alteração nas prioridades de investimento.

3.2. A água deve estar na centralidade das decisões do território

Aprendemos que a água precisa ser colocada na centralidade das decisões sobre o(s) território(s) em prol da integridade ecológica e da justiça social e econômica no DF. Há de se assegurar que a tipologia de ocupação no território e sua intensidade levem em conta a infraestrutura ecológica e os limites de capacidade de suporte ambiental. Isto implica na construção de um pacto pela água em todo o território, a começar pelos diferentes setores do planejamento governamental. No entanto, ainda

hoje, as decisões sobre a expansão e qualificação urbana no DF, por exemplo, pouco levam em conta a real disponibilidade de água - inclusive para garantia de água potável, esgotamento sanitário e drenagem pluvial nos ambientes urbanos. Os setores de planejamento territorial e particularmente aqueles de planejamento urbano têm buscado paulatinamente desenvolver instrumentos próprios neste sentido. Os esforços ainda estão recentes e incipientes e requerem superar mais o paradigma de que tudo se resolve com infraestrutura cinza e obras, isto tem estrangulado tanto a concessionária de provimento de água potável quanto àquela responsável pela drenagem e o órgão licenciador pois pouco desconsidera as condicionantes da água. Há ainda a falta de diálogo coordenado e estruturante no âmbito do planejamento, e implica no envolvimento tardio de órgãos no processo de decisão ao nível de projetos. Desta forma, metas de adensamento habitacional na bacia hidrográfica do Paranoá, por exemplo, defendida por alguns órgãos do governo, supera os limites possíveis de gestão das águas para garantir a quantidade e qualidade do manancial do Lago Paranoá. Isto, somado aos graves problemas de grilagem de terras, tem levado o DF a uma situação de crescente comprometimento das águas, em sua quantidade e sua qualidade, dos mananciais Lagos Descoberto, Santa Maria e Paranoá.

Mesmo que a importância da água constar da Lei Orgânica do DF (1993), o Zoneamento Ecológico-Econômico é o primeiro instrumento territorial que aprofunda a centralidade da água no território. Este acontece com 23 anos de atraso face ao preconizado. A centralidade da água justifica-se pela sua transversalidade e em face da necessidade de garantir a integridade ecológica e a justiça social e econômica no território.

O cumprimento da prioridade estabelecida nas leis das águas (federal e distrital) no tocante à dessedentação humana, em situação de crise hídrica, levou a debates complexos, uma vez que dimensões ética, histórica e temporal possibilitam diferentes soluções aos mesmos problemas. Por exemplo: (i) os investimentos para redução de perdas das redes físicas da concessionária de provimento de água potável. Os 20% de perdas físicas, considerado muito bom comparado à maioria dos municípios brasileiros que amargam 50% e até 60% de perda da água bruta captada no manancial; (ii) a redução de furto de água, que no DF é da ordem de 20%, representando as

ligações clandestinas à rede da concessionária. Este percentual é alto e tem sido objeto de muitos esforços governamentais coordenados para sua redução posto que, assim como os “gatos” de energia elétrica, estão ligados, quase sempre à ocupação ilegal do território por meio de grilagem onde as concessionárias não têm governança direta sobre o processo; (iii) a redução da assimetria de apropriação de água pela população em função da faixa socioeconômica. Ou seja, o padrão muito desigual de consumo do segmento residencial que responde por cerca de 70% da água consumida no DF. O consumo médio *per capita* foi, entre 2013 e 2015, de 188,6 litros por habitante ao dia, enquanto o do Brasil foi de 165,5 e o da Região Centro-Oeste de 158,2 (Paviani e Brandão, 2015). Enquanto algumas Regiões Administrativas consomem menos de 90 l/hab/dia, outras consomem mais de 400 l/hab/dia. Isto demonstra a assimetria na apropriação dos recursos naturais no território e os esforços governamentais em curso buscam reduzir tal assimetria.

3.3. Boas decisões precisam de um bom conhecimento sobre a infraestrutura ecológica do território

Esta questão está diretamente associada ao 2º Princípio da Carta da Terra e aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio - ODS. O ZEE-DF trouxe uma primeira definição prática espacial de riscos ecológicos, associados ao ciclo da água, buscando compreender e traduzir em termos semi-qualitativos a infraestrutura ecológica (figura 3), tendo por base a busca pelo conceito de capacidade de suporte ambiental. Foram desenvolvidos, juntamente com representantes da academia, mapas de riscos ecológicos. Três deles buscando compreender os riscos ao ciclo da água a partir da análise geológica e geomorfológica do território, apresentando riscos “intrínsecos” ou “próprios” do bioma Cerrado no DF. Estes mapas estão disponíveis no portal eletrônico do ZEE-DF (www.zee.df.gov.br/consulta-publica/minuta-pos-audiencia.html).

O risco ecológico de perda de áreas remanescentes de cerrado nativo mostra que (i) existe menos de 40% do cerrado nativo no DF; (ii) nenhuma porção de cerrado no DF apresenta baixa pressão antrópica e (iii) os principais maciços de cerrado são justamente as Unidades de Conservação mais restritivas, evidenciando a importância desta estratégia para o território. O risco ecológico de perda de solo por erosão foi determinado a partir do mapa de solos

elaborado pela Embrapa, classificados por suas características de erodibilidade parametrizadas para o DF. Aplicando-se o fator de tolerância à perda de solo, chegou-se a cinco níveis de risco, representados em mapa. Este risco tem sido historicamente considerado no planejamento territorial e particularmente no planejamento urbano. São de fato as áreas mais planas e com menores gastos para implantação de assentamentos humanos e infraestrutura que têm sido priorizadas para ocupação no DF. Apesar disto, importa destacar que o padrão de obras civis mostra pouca adoção de medidas de controle de processos erosivos e da dispersão de solo pelo vento e chuva, resultando em grave assoreamento dos corpos hídricos. Estudos de caso do braço do Bananal (Roig et al., 2015) mostram o aporte de sedimento e consequente assoreamento do Lago Paranoá (figura 4). O risco ecológico de contaminação do subsolo diz respeito ao seu grau de proteção natural a ameaças potenciais de contaminação (Foster & Hirata, 1988), a partir da análise da camada de solo e sua relação com a hidrogeologia. Ou seja, a partir da classificação dos sistemas porosos existentes no DF (Sistemas P1, P2, P3 e P4), derivou-se o mapa de solos com reclassificação dos atributos de condutividade hidráulica por meio da vazão média de cada solo. São diversas as implicações sobre o território: (i) existem riscos altos de contaminação associados à exploração descontrolada de água subterrânea (poços não autorizados) devido a riscos de comprometimento da qualidade muito além do poço em si, além da redução da quantidade; (ii) há necessidade de cuidados na implantação de empreendimentos produtivos com risco alto de poluição; (iii) as áreas de maiores riscos com previsão urbana devem orientar os investimentos de saneamento básico, devido à existência de fossas negras ou concentração inadequada de fossas sépticas - como em Vicente Pires.

O risco ecológico de perda de área de recarga de aquíferos talvez seja o mapa mais importante para o DF. Os sistemas porosos foram associados com a condutividade hidráulica e articulados com a compartimentação geomorfológica e a vazão registrada nos domínios fraturado e fissuro-cárstico. Muito se tem falado da proteção das nascentes, mas muito pouco da recarga. Este mapa trata da entrada da água por meio do solo até o subsolo, para assegurar o reabastecimento das reservas de água subterrâneas, sendo condição para o ressurgimento de água nas nascentes e manutenção da vazão de base dos rios na época da seca. Esta recarga acontece justamente nas

áreas mais planas - àquelas, objeto de prioridade para a expansão urbana. A ocupação inadequada das áreas de recarga representa um desafio muito expressivo nas regiões metropolitanas no país e do mundo (Cavalcante & Sabadia, 1992). O comprometimento dá-se na quantidade e na qualidade das águas, uma vez que a indução de água contaminada pelo deslocamento da pluma de poluição para outros locais do aquífero é um risco real.

Do ponto de vista do território, a questão ultrapassa a relação maniqueísta se pode ou não ocupar as áreas. No DF, o que se apresenta para a discussão é o tipo de ocupação urbana. Ou seja, a morfologia urbana passa a ser uma discussão prioritária para qualificar os projetos a serem autorizados no ato licenciador e implantados. Sabe-se que as maiores taxas de recarga ocorrem nas regiões planas, bem arborizadas e nos aquíferos livres (Rebouças et al, 2002). A delimitação das áreas prioritárias de recarga pode trazer elementos necessários e suficientes para o desenvolvimento de protocolos para a tomada de decisão mais adequados à manutenção desta função ecossistêmica. O reconhecimento da infraestrutura ecológica como infraestrutura estratégica, em meio urbano, para o manejo de águas pluviais passa a ser fundamental e modifica o paradigma vigente de drenagem. Neste, a água é concentrada por meio de grandes e caras infraestruturas civis e transportada para longe a jusante - poluindo mais adiante.

Em termos de águas superficiais, os dados do sistema de monitoramento governamental mostram que, apesar do marco legal vigente, não tem ficado nem 20% de água nos rios na época da seca, evidenciando usos não autorizados que precisam ser investigados e registrados.

3.4. Conhecer o risco de vulnerabilização das populações é essencial

Este tema está associado ao 3º princípio da Carta da Terra e aos ODS. Assim como os riscos ecológicos, o ZEE-DF apresenta uma aproximação prática dos riscos de vulnerabilização das populações em vinte anos a partir da histórica segmentação social existente espacialmente entre as cidades do DF (vide Caderno Técnico da Socioeconomia em www.zee.df.gov.br). Para tal, foi necessário articular os conhecimentos de diferentes órgãos do governo, notadamente, CODEPLAN, SEGETH, SSEMOB, IBRAM, METRO, SINESP, TERRACAP, entre outros. E articular este conhecimento com estudos

desenvolvidos pela academia e instituições de pesquisa federais (IBGE, UnB, IPEA). Desta forma, observe-se que dos cerca de 3 milhões de habitantes, 1,8 milhões apresentam-se no Grupo 6 de renda domiciliar média mensal *per capita*. É o grupo sob risco de vulnerabilização caso não haja geração de empregos formais em escala no DF e, para tal, que seja viabilizada a diversificação das bases econômicas do DF, a partir do conhecimento e inovação. A articulação dos riscos ecológicos com aqueles socioeconômicos, balizados pelos cenários possibilitou a proposição do zoneamento de riscos para o Distrito Federal.

4. Conclusão

A questão da desigualdade na apropriação dos recursos naturais e os meios para superar esta desigualdade no DF teve, na água, um debate nobre durante a elaboração do ZEE-DF. Discussões difíceis e necessárias afloraram em diferentes níveis dos arranjos de governança, com diferentes conjuntos de atores e indicam as implicações para a implementação do ZEE no Distrito Federal:

- Como o ZEE contribui para trazer celeridade, desburocratização e rigor técnico ao licenciamento ambiental?
- Como contribui para assegurar os esclarecimentos em bases mais claras e democráticas e construir novas decisões em relação às diferenças do consumo *per capita* de água, associadas a diferentes faixas de renda, que guardem relação com as estratégias de tarifação e com a responsabilidade no tocante ao racionamento de água?
- Quais são as alternativas de infraestrutura para assegurar fisicamente o compartilhamento de racionamento entre setores de renda muito distintos, localizados em diferentes bacias hidrográficas?
- Quais investimentos são necessários à reversão da adutora existente, de modo a assegurar transposição de água da bacia hidrográfica do Paranoá (onde vive grande parte da população mais abastada - que passaria a ficar racionada também) e as cidades localizadas nas bacias hidrográficas do Descoberto e Corumbá (onde vivem 60% dos 1,8 milhões de residentes do Grupo 6 de renda, que é a população que tende

a vulnerabilização dada a baixa escolaridade e a baixa inserção no mercado formal, segundo os dados do ZEE-DF)?

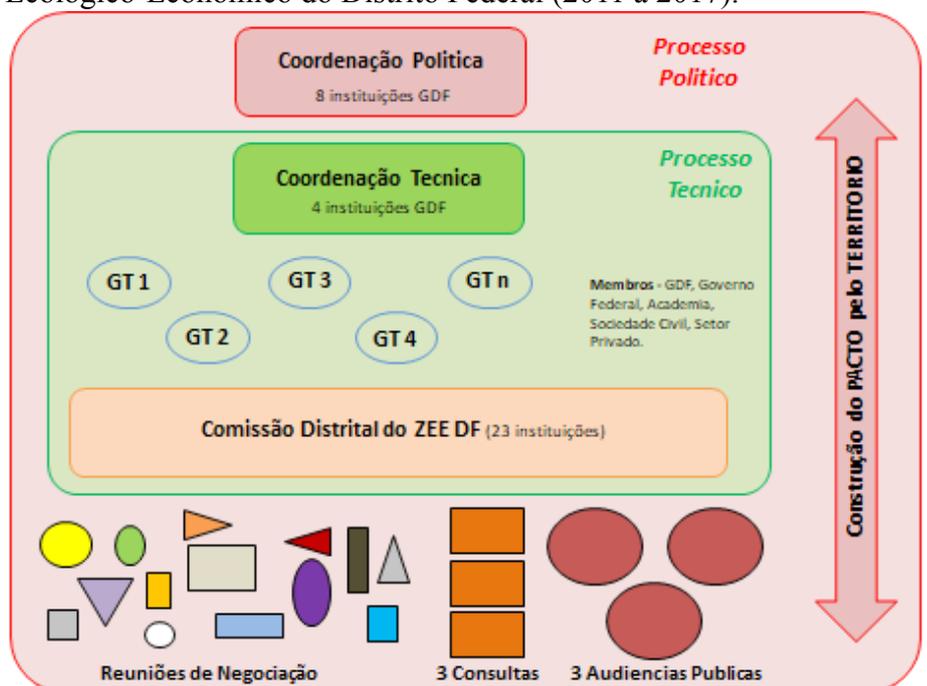
- Qual é de fato o subsídio de água entre setores existe no DF? Mesmo que a prioridade dada pelo marco legal à dessedentação humana, quais implicações éticas há em reduzir/inviabilizar a produção agropecuária (30% do uso da água no DF), desacoplado do enfrentamento dos furtos de água e o uso perdulário pela população urbana mais rica (70% do uso da água é residencial)? Quem decide qual setor deve subsidiar qual outro (s), porquê e em que termos?
- Como assegurar a consolidação dos Comitês de Bacias Hidrográficas (espaços formais de participação e de mediação e prevenção de conflitos de água no DF)? Qual a estratégia de financiamento do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos e das estruturas necessárias para viabilização dos CBH como entes autônomos, com autoridade e legitimidade no DF, como agência de bacias?
- Como será assegurada a convergência de políticas públicas, planos diretores, particularmente dos instrumentos territoriais e urbanísticos, tais como o Plano Diretor de Ordenamento Territorial - PDOT e as diretrizes urbanísticas,

que ainda não consideram os riscos ecológicos e o ciclo da água?

Em síntese, o estudo de caso mostra um processo de reflexão coletiva e um conjunto de lições aprendidas pelo poder público neste trabalho transdisciplinar e extremamente desafiador, o qual demanda a vontade política e os meios por parte do Estado para prevenir e mediar conflitos. Estas lições envolvem um conhecimento mais apurado do território no tocante: (i) à sua gente; (ii) à sua infraestrutura ecológica; (iii) às dinâmicas e intenções de apropriação das riquezas do território; (iv) ao capital fixo já existente na forma de infraestrutura; (v) aos investimentos propostos para o território. Demanda, ademais, uma base técnica robusta e popularizável para ampla apropriação social, de forma a não se viabilizar como exercício de poder por uns sobre outros setores na apropriação do território.

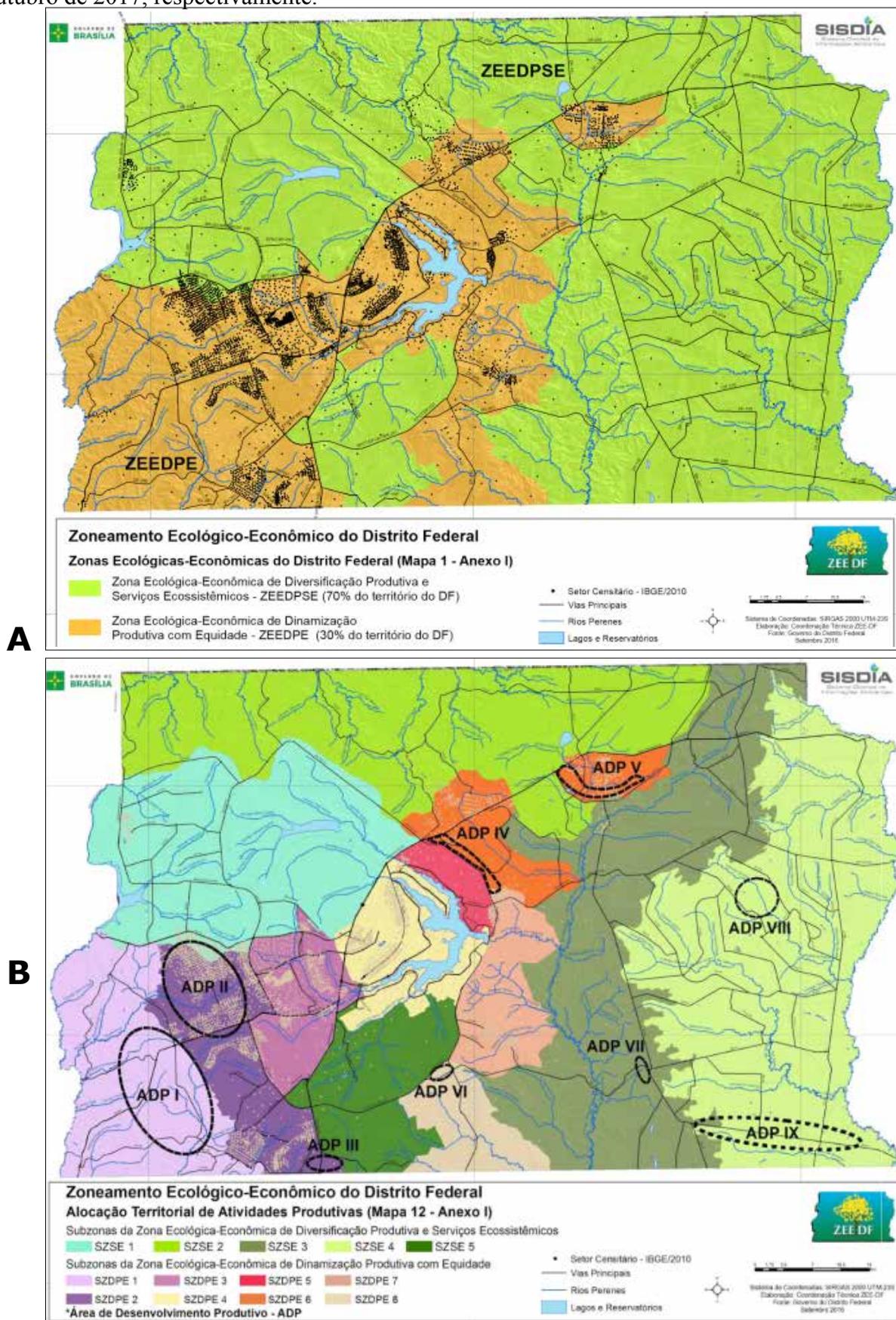
A construção contínua de diálogos, a partir de escutas de qualidade, possibilitou criar bases de confiança entre setores do governo e deste com a sociedade, para tornar os “governados” intelectualmente autônomos e construir o “consenso organizado dos governados” (Liguori & Pasquale, 2017). E desta forma, induzir a superação da hegemonia histórica e insustentável de ocupação do território, superando o atual *modus operandi* e práxis, e fomentando novo paradigma rumo à sustentabilidade. ■

Figura 1 - Arranjos de Governança para a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal (2011 a 2017).



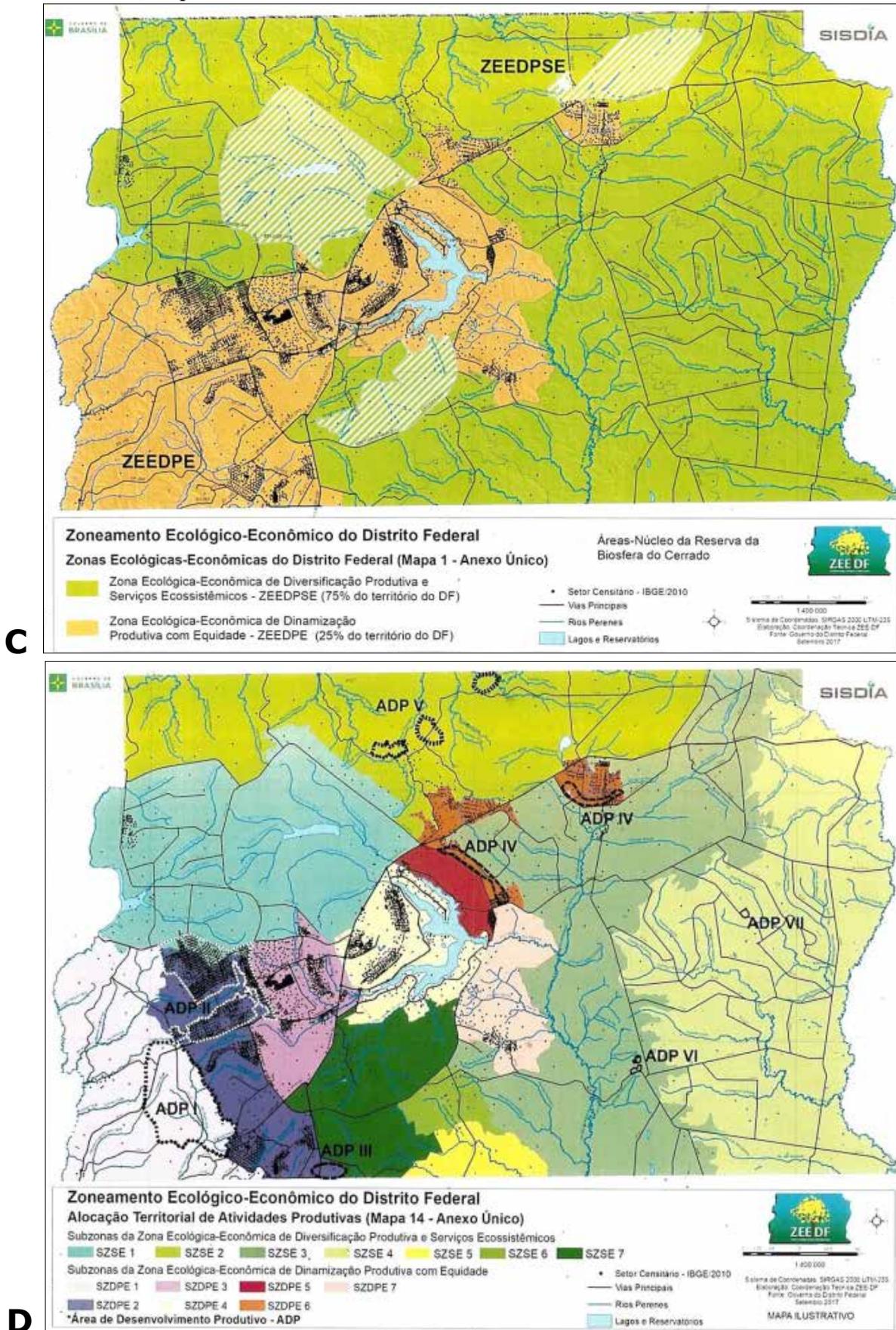
Fonte - Rossi, M.S., 2018.

Figura 2.a - Evolução das zonas, subzonas e Áreas de Desenvolvimento Produtivo - ADP do ZEE-DF em atendimento às reivindicações da sociedade apresentadas na 1ª e 2ª Audiências Públicas, em março e outubro de 2017, respectivamente.



Legenda - (A e B) 1ª proposta de duas zonas e subzonas com ADP, advindas dos estudos de prognóstico, submetidas a 1ª AP.

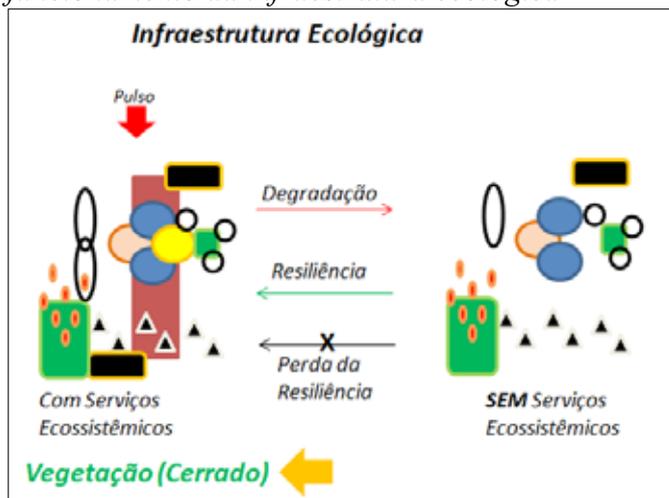
Figura 2.b - Evolução das zonas, subzonas e Áreas de Desenvolvimento Produtivo - ADP do ZEE-DF em atendimento às reivindicações da sociedade apresentadas na 1ª e 2ª Audiências Públicas, em março e outubro de 2017, respectivamente.



Legenda - (C e D) Proposta final de duas zonas e subzonas com ADP após as reuniões com os diferentes segmentos da sociedade e em atendimento ao apresentado nas duas AP.

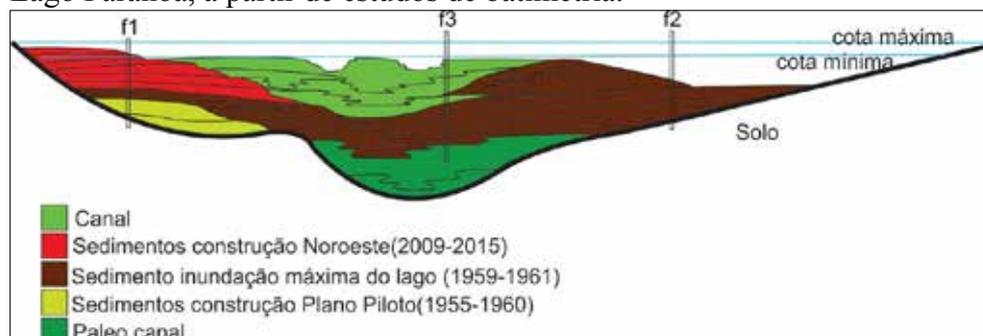
Fonte - ZEE-DF, 2017.

Figura 3 - Representação esquemática do funcionamento da infraestrutura ecológica



Fonte - Rossi, M.S., 2017.

Figura 4 - Estudo de caso do aporte de sedimento no braço do Bananal do Lago Paranoá, a partir de estudos de batimetria.



Fonte - Roig, H., 2014.

Referências bibliográficas

- BARDHAN, P. 2002. Decentralization of Governance and Development. In: *Journal of Economic Perspectives*, vol. 16 (4):185-205.
- CAVALCANTE, I.N.; SABADIA, J.A.B. - 1992 - Potencial hídrico subterrâneo: um bem mineral ameaçado pela poluição antrópica. *Rev. de Geologia. DEGEO/UFC. Fortaleza - CE.* p. 115 - 124.
- FOSTER, S.; HIRATA, R. 1988. Groundwater pollution risk assessment: a methodology using available data. WHO-PAHO/HPE-CEPIS Technical Manual, Lima, Peru. 81p
- LIGUORI, G.; PASQUALE, V. (org). 2017. *Dicionário Gramsciano*. Editora Boitempo. p.342.
- PAVIANI, A.; BRANDÃO, A. 2015. Consumo de água em Brasília: Crise e Oportunidade. Texto para Discussão nº8. CODEPLAN. In: http://www.codeplan.df.gov.br/images/CODEPLAN/PDF/TD/TD_8_Consumo_de_Agua_em_Brasilia_crise_e_oportunidade_2015.pdf.
- REBOUÇAS, A. C.; BENEDITO, B.; TUNDISI, J.G. (orgs) *Águas Doces do Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação*. São Paulo: Ed. Escrituras, 2002. 2ª Ed. Revisada e ampliada.
- ROIG, H. 2014. Estudos sobre o Lago Paranoá. Apresentação em reunião de trabalho com SEMA-DF em 2016.
- SANTOS, B.S. 1998. Participatory Budgetting in Porto Alegre: Toward a Redistributive Democracy. In: *Politics and Society*, 26(4):461-510.

(1) *Maria Sílvia Rossi*

Subsecretária de Planejamento Ambiental e Monitoramento (SUPLAM) da Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEMA-DF) e Coordenadora Técnica do ZEE-DF desde 2011.

Comportamento da chuva e suas consequências no abastecimento de água do Distrito Federal

Andréa M. Ramos, Marco A. S. Barretto,
Antônio C. M. Junior e Josefa Morgana V. Almeida

1. Apresentação

A crise hídrica enfrentada nos últimos anos no Brasil vem de um conjunto de ações que tornam o clima irregular. Os dados meteorológicos indicam que a falta de chuva, verificada desde 2012 no país e principalmente no ano seguinte, gerou alertas por partes de diversas instituições sobre o assunto para tentar sensibilizar o poder político em tomada de decisões, fruto das interferências humanas no meio ambiente somadas aos fenômenos naturais e desmatamentos que prejudicaram o ciclo da água. Uma das mais importantes variáveis como indicador de mudanças climáticas em escala regional e global, a precipitação tem um impacto significativo na qualidade de vida como um todo e a sua intensidade exibe uma enorme flutuação em espaço e tempo que são altamente variáveis numa escala espacial de alguns metros a centenas de quilômetros.

O presente trabalho tem como objetivo analisar o comportamento temporal da variável climática precipitação em Brasília, Distrito Federal, para o período correspondente de janeiro de 1962 a dezembro de 2016 e, assim analisar o reflexo desta variável em relação à questão da crise hídrica e seus impactos. Os dados utilizados foram obtidos a partir da estação meteorológica convencional instalada em Brasília do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET com as coordenadas 15,5°S e 50,1°W, além de utilizar como referência para análise a normal climatológica ou média climatológica para os períodos 1961-1990 e 1981-2010. O estudo das distribuições de variáveis climáticas é uma ferramenta que permite compreender os fenômenos meteorológicos dominantes em uma região, determinando padrões de ocorrência dos mesmos ao longo do tempo, permitindo assim, fazer uma previsibilidade razoável do clima de um determinado local ou região, disponibilizando melhores informações na tomada de decisão em diversos setores das atividades humanas.

As normais ou médias climatológicas são definidas, segundo a Organização Meteorológica Mundial - OMM, como valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas e padrões climatológicos normais como médias de dados climatológicos calculados para períodos consecutivos de 30 anos de forma que o padrão de cálculo estabelecido pela OMM proporciona credibilidade em estudos climáticos e são frequentemente indispensáveis em estudos que envolvem o clima e praticamente todas as atividades humanas do setor produtivo à saúde pública, das atividades esportivas ao lazer.

2. Características da região de estudo

A cidade de Brasília, capital federal e sede do governo do Distrito Federal está localizada na Região Centro-Oeste do país, com coordenadas em torno 15°48' S e 47°51' W, numa altitude de aproximadamente 1100 metros em relação ao nível do mar. A Região Centro-Oeste é considerada a segunda maior do continente brasileiro, localizada no planalto central, com uma área de aproximadamente 1.606.371,505 km² e a única região que não faz fronteira com o oceano Atlântico. A vegetação (cerrado) é submetida a um intenso processo de mudança nas suas áreas naturais provocando impactos ambientais com alterações no clima local e regional, principalmente devido a ações antropogênicas de forma que, o conhecimento do comportamento das variáveis que definem o clima dessa extensa região é de importância para os estudos ecológicos, botânicos, fitogeográficos e na produção agrícola.

A região fica compreendida em duas zonas climáticas, uma de clima equatorial quente e úmido (bastante chuvoso) e a outra, que caracteriza grande parte da região que é a de clima tropical típico com duas estações bem definidas, uma chuvosa e quente que

ocorre no verão (dezembro a março) e a outra seca e menos quente, no inverno, que vai de junho a setembro. As características climáticas sofrem influências de sistemas oriundos do norte e do sul do continente.

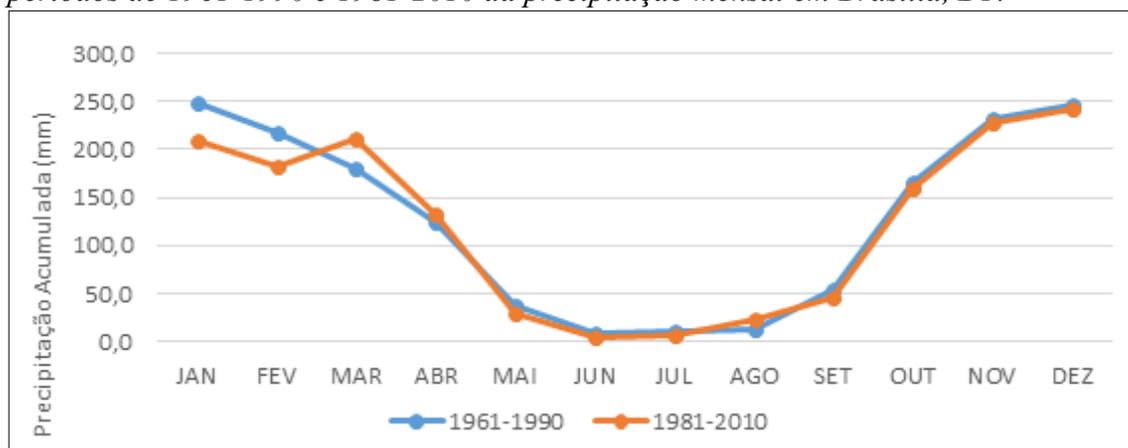
No verão, a região é influenciada pela Baixa do Chaco na superfície e pela Alta da Bolívia (AB) nos altos níveis, gerada basicamente pelo forte aquecimento convectivo (liberação de calor latente) da atmosfera que é considerado um sistema típico semi-estacionário da região (Virgi, 1981). Esses sistemas, acoplados dinamicamente, deslocam-se para o norte durante o inverno. A estação do inverno, com características de seca, possui temperaturas mais amenas em virtude da frequente invasão das massas de ar frio originárias das áreas extratropicais. A Frente Polar Atlântica, resultado do choque entre os sistemas tropicais e polares, são mais expressivas e comum de ocorrerem durante a primavera-verão no Brasil Central. No inverno (estação seca), a Frente Polar Atlântica encontra dificuldades para atingir a região devido ao estabelecimento da Alta Subtropical no interior do continente. Quando consegue vencer a barreira anticiclônica, produz pequenos volumes de precipitação.

As linhas de instabilidade (LI) ocorrem tanto no verão, associada à convergência de baixos níveis, quanto no inverno, antecipando-se às entradas das frentes. Segundo Marouelli, (2003) durante a primavera e verão na região as chuvas, acompanhadas de trovoadas, são trazidas de noroeste para sudeste pelas LI tropical, de origem amazônica, caracterizando como um clima de monções. A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), caracterizada por extensa banda de nebulosidade que se mantém semi-estacionário sobre a região, é considerada um dos fenômenos que influenciam o regime de chuva (Quadro e Abreu, 1994).

De acordo com Rao et al. (1990), na região central do Brasil, mais de 50% da precipitação total anual ocorre entre os meses de dezembro a fevereiro, enquanto que, menos de 5% desta ocorre entre os meses de junho a agosto. Os períodos de transição (término do período chuvoso - março a maio-, e término do período seco - setembro a novembro) são responsáveis, cada um, por aproximadamente de 25% da precipitação anual. A classificação climática dessa região segundo Köppen é do tipo Cwa, clima tropical de altitude. Os climas de altitude apresentam características térmicas e de precipitação que são impostas pela altitude, correspondendo a um agravamento das condições climáticas das áreas envolvidas. No verão, as temperaturas raramente ultrapassam os 30°C, com verão úmido e chuvoso e um inverno seco e relativamente frio.

Em Brasília, o período chuvoso estende-se desde o final de setembro ao início de maio, geralmente sob o domínio da massa equatorial continental, com umidade elevada. O período seco inicia-se no final do outono e estende-se por todo inverno, com predominância da massa equatorial seca. Durante a estação do inverno, as massas de ar de origem polar vindas do interior do continente proporcionam quedas, por vezes acentuadas, das temperaturas nas madrugadas e dias de céu claro com temperaturas amenas. A Figura 1 apresenta a comparação entre as normais ou médias climatológicas para os períodos definidos pela OMM de 1961-1990 e 1981-2010 em Brasília, a partir dos dados da estação meteorológica do INMET e os resultados sugerem que meses considerados chuvosos como janeiro e fevereiro, houve uma diminuição gradual, enquanto que em março a média 1981-2010 superou a de 1961-1990 e para os demais meses, não apresentou grandes alterações no comportamento sazonal das curvas.

Figura 1: Comparação entre as normais climatológicas ou médias esperadas para os períodos de 1961-1990 e 1981-2010 da precipitação mensal em Brasília, DF.



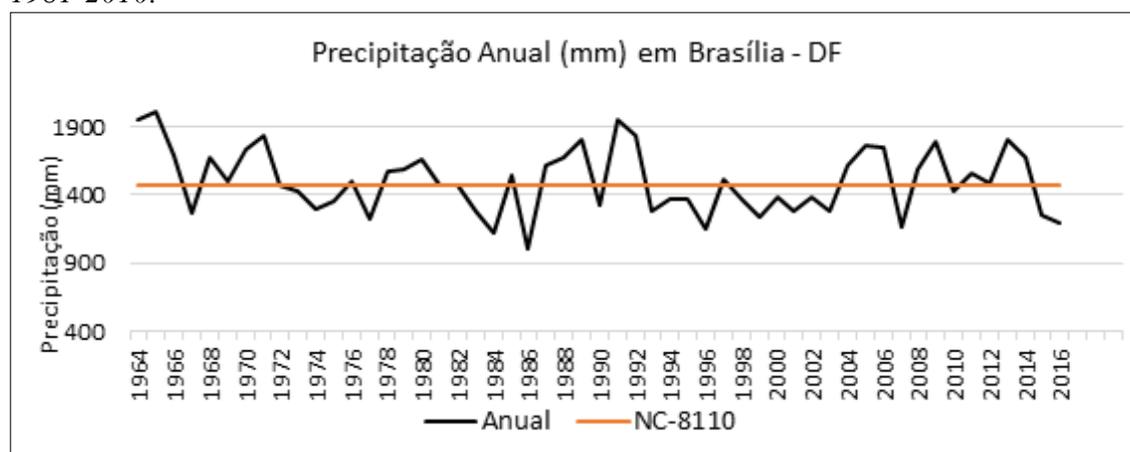
3. A chuva e sua associação com a evolução da crise hídrica

A seca que prevaleceu ao longo dos anos de 2014, 2015 e no primeiro semestre de 2016 afetou principalmente a parte central do país envolvendo o Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. A Região Centro-Oeste. Em 2015/2016, o fenômeno El Niño no Brasil foi considerado de intensidade forte de acordo com os valores do índice ONI (Oceanic Niño Index), perdendo apenas para o mais intenso de todos, o de 1997/1998 e 1982/1983 de forma que, ao longo do verão e do outono de 2016, a temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial foi gradativamente menos quente e o El Niño foi perdendo sua intensidade, principalmente em maio/2016, devido à anomalia negativa da TSM no Pacífico Equatorial Central e a partir de junho até dezembro persistiu uma condição de neutralidade. Como consequência desse fenômeno, o país foi marcado com poucas chuvas e calor histórico, de modo que março foi considerado o mais quente no Brasil desde que os registros começaram, segundo dados do INMET, persistindo até parte do outono de 2016 influenciando a região de estudo.

O gráfico referente ao acumulado anual da precipitação desde 1962 (Figura 2) evidencia o quanto os últimos dois anos foi impactante. O acumulado anual mostra chuvas significativas acima de média climatológica 1981-2010 (1477,4mm) em 1965, com acumulado registrado de 2004,4mm e em 1991 com 1948,3mm e o menor acumulado em 1986 de 1006,0mm e desde então, os acumulados ficaram abaixo deste patamar até o momento. Verifica-se ainda que a década de 90 os acumulados foram em sua maioria, abaixo da média, enquanto que no período de 2000 a 2009 apresentou acumulado acima da média em anos consecutivos como de 2004 a 2006 seguido do ano mais seco, 2007 (1167,0mm), registrado de 2000 a 2016. Os acumulados anuais de 2011 a 2014 registrados apresentaram valores acima da média, de forma que em 2013,

o acumulado anual foi de 1801,3mm, o terceiro maior recorde registrado desde 1961. Já em 2014 foi considerado chuvoso com total acumulado de 1680mm, ficando acima da média esperada (1477,4mm), superando a média mensal climatológica em quatro meses do ano, além de registro de chuvas para aqueles meses que se espera um acumulado significativo, como pode ser observado na Figura 3. Mas em 2015, janeiro choveu bem abaixo da média apenas 93,9mm de 209,4 mm esperado, ou seja, em torno de 45% e no decorrer do ano, o período registrou chuvas abaixo da média climatológica em praticamente todos os meses, exceto em março e abril, sendo que em agosto a quantidade de chuvas registrada foi a zero e a consequência desse comportamento sazonal é um estresse hídrico que favorece a ocorrência de focos de queimadas (Felfili et al., 1999).

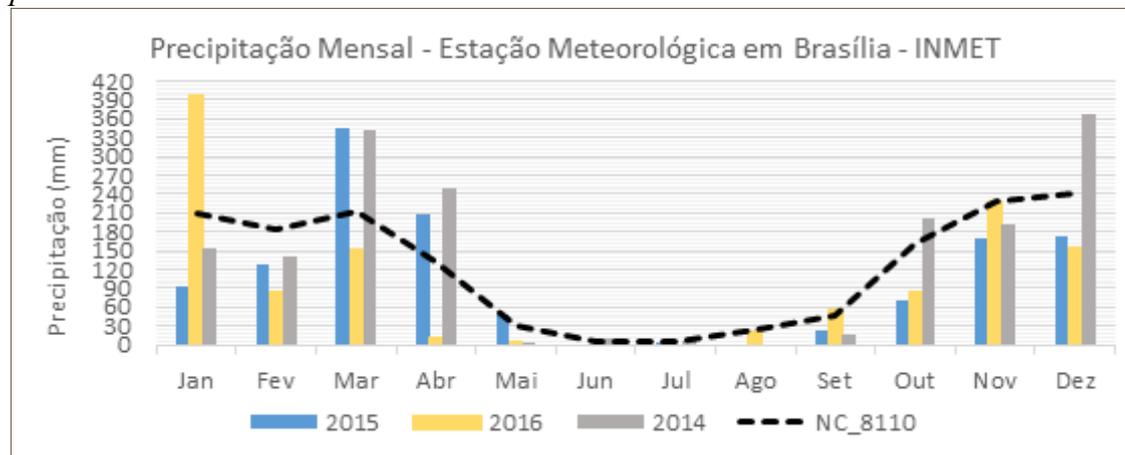
Figura 2: Precipitação acumulada anual (mm) da estação meteorológica convencional de Brasília, DF, para o período de 1961 a 2016 versus a normal ou média climatológica 1981-2010.



A questão da crise hídrica no Distrito Federal se agravou principalmente nos últimos dois anos, quando o acumulado anual de chuva ficou abaixo da média esperada como apresentado, ou seja, choveu menos, além do aumento do calor durante a estiagem estabelecida. Os dois principais reservatórios de Brasília, Santa Maria e Santo Antônio do Descoberto, que abastece a cidade em 40% e 60%, respectivamente, segundo a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - Caesb enfrentou problemas comuns às grandes metrópoles uma vez que a escassez de água no DF tem como causas o aumento do consumo e falta de planejamento por parte dos gestores do setor, que preferiam não investir em captação e deixar o sistema de abastecimento condicionado pela condições do tempo.

Em 2016, janeiro registrou um acumulado de 398,1mm ficando acima do esperado para o mês que é de 209,4mm devido a atuação de sistemas como a zona de convergência do Atlântico Sul e áreas de instabilidades ocasionadas pela Alta da Bolívia, proporcionando capacidade de 100% do volume de água na barragem do Descoberto, segundo a Caesb. Entretanto para os demais meses do período que se espera mais chuva, o acumulado ficou abaixo, de forma que choveu bem menos do que se esperava já em fevereiro, a Caesb informou que na barragem o volume de água chegou a 32,5%, sendo que abril, considerado chuvoso ainda, o acumulado foi de 11mm e o esperado é 113,4mm, ou seja, choveu apenas cerca de 8% e em maio, não foi diferente com acumulado de 3,9mm (o esperado é 29,7mm) não sendo diferente para os demais meses quando comparado com 2015. Desde janeiro, as regiões administrativas abastecidas pelo reservatório do Descoberto passaram a ter o racionamento de água por um período de 24 horas, de seis em seis dias. Em fevereiro as regiões abastecidas pelo sistema Santa Maria/Torto passaram a conviver também com o racionamento.

Figura 3: Precipitação acumulada mensal nos anos de 2014 a 2016 registradas na estação meteorológica de Brasília, DF, do INMET versus a média climatológica para o período 1981-2010.



Considerando 2017, a redução do volume de chuvas nos últimos três anos, o aumento do consumo de água por conta do crescimento da população, a impermeabilização do solo causada pela criação de novos núcleos urbanos, a ocupação irregular em áreas próximas aos mananciais de abastecimento e o baixo investimento em obras reduziram drasticamente o volume de água armazenado nas barragens. Segundo a Caesb houve um aumento de 16% no consumo individual de água nos últimos seis anos, sendo a média até julho de 2016 de 175,1 litros por habitante e o limite definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de 110 litros por pessoa.

Em maio daquele ano, a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal - Adasa, que monitora a situação dos reservatórios para decisão de medidas contra a escassez e ampliação do racionamento, informou que o volume registrado foi de 55,7% no reservatório do Descoberto e em Santa Maria foi de 53,9%. No trimestre junho-julho-agosto, a estação meteorológica do INMET em Brasília, não houve ocorrência de chuva e em setembro, o valor acumulado foi de 9,2mm chovendo em torno de 20% da média para o mês (46,6mm) mantendo este padrão em outubro, com o acumulado registrado de 7 dias de chuvas de 33,2mm e o esperado de 159,8mm, sendo o terceiro menor total de chuva para o mês desde o início das medições regulares e consequentemente, impactante para os dois principais reservatórios, atingindo os menores níveis já registrados em sua história, segundo a Adasa, com índices medidos de 13,3% para Santa Maria e 27% no Descoberto.

Em uma análise para caracterizar a faixa de frequência do número de eventos de chuva registrada mais

significativa para a cidade, foi agrupado à série de dados diários para cada mês no período de 1961 a 2016 nas seguintes faixas de intervalo de chuvas: 0-15mm, 16 - 25 mm, 26 - 50 mm, 51 - 75 mm, 76-100mm e >100mm e as-

sim verificar e analisar qual a maior frequência dentro das classes definidas e o resultado em gráfico é apresentado na Figura 4. Os resultados indicam que a faixa 0-15mm (figura 5) é a que mais contribui para ocorrência de chuvas em todos os meses do ano, mesmo em período de estiagem que vai de julho a setembro, no total de 4176 eventos contabilizados ao longo da série de 1961 a 2016.

No período do verão, é verificado os maiores números de eventos, sendo dezembro com maior número, 697, seguido de janeiro com 643 números de eventos no intervalo, enquanto que fevereiro e março é de

499. O mês de novembro totaliza 591 eventos, mantendo um padrão elevado, o mesmo ocorrendo para as demais faixas analisadas. O ano de 1992 foi o que apresentou um maior número da frequência (114) e em 2004 foi o segundo com 93. Na última corrente, de 2010 a 2016, houve uma diminuição da frequência dessa faixa, sendo que 2016 foi similar a 2010, com 67 eventos. Em relação ao ano com maior frequência, foi em 2011 (79) seguido de 2015 (76) e os demais anos, ficaram abaixo de 80 eventos. Observa-se ainda que em 2014 houve dois eventos em julho e o último ocorrido tinha sido em 2002, ou seja, já havia 12 anos sem registro deste tipo de frequência de chuva.

é que concentra a maior frequência de eventos para este intervalo. O ano com maior número foi em 1965 (23) e o segundo ocorreu na década de 80, em 1989 com 22 registros e só em 2004, depois de 15 anos, houve 20 eventos. Em termos de década, a de 70 (1970-1979) foi a que apresentou a maior quantidade de ocorrências com 141 e no decorrer das décadas, houve uma diminuição, principalmente na década atual, de 2000 a 2016 e dentro deste período, 2012 e 2016 foram similares com oito eventos verificados nesta frequência, enquanto que em 2014, foi verificado o maior número de eventos contabilizados, no total de sete no mês de abril.

Figura 4: Frequência mensal de eventos de chuvas em faixas para o período de 1961 a 2016 obtida de dados diários da estação meteorológica do INMET em Brasília.

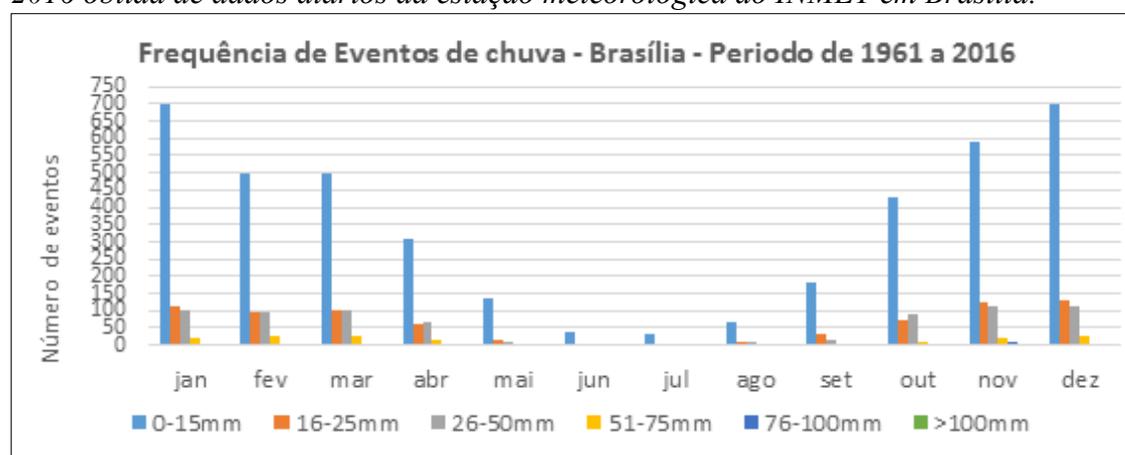
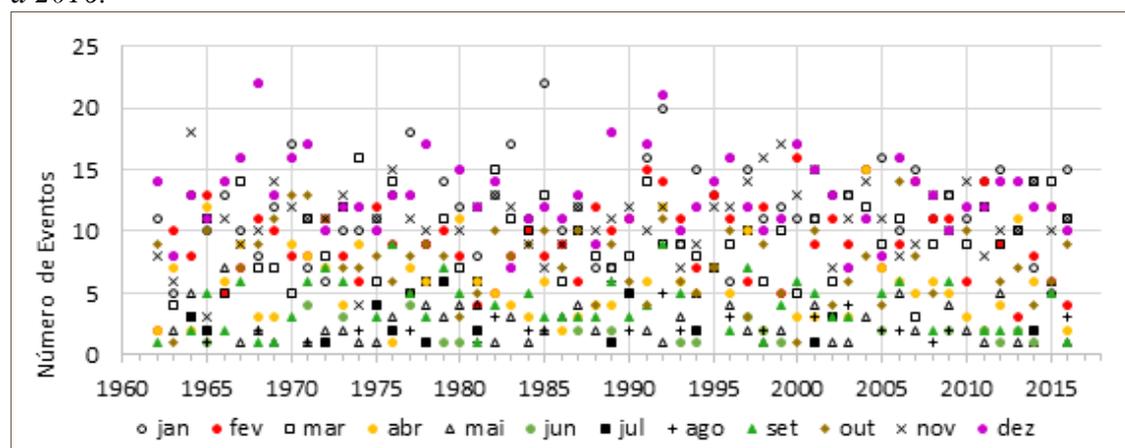


Figura 5: Frequência de chuva no intervalo 0-15mm em Brasília-DF no período de 1961 a 2016.



Os intervalos de 16-25 e 26-50 apresentaram números de eventos próximos de 768 e 722, respectivamente. Para o primeiro intervalo (figura 6), persiste o novembro, com 127, como o mês de frequência regular, mas dezembro é o com a maior frequência, 130 e o terceiro, é janeiro, com 114. Houve uma diminuição em fevereiro (95) e um leve aumento em março (103), de forma que o trimestre, nov-dez-jan,

dos anos, a diminuição principalmente nos últimos cinco anos, de forma que, na análise mensal, março apresenta quatro eventos em 2014 e 2016 e quando comparado com 2016, houve um evento e em novembro que geralmente apresenta valores significativos, houve dois eventos nos últimos dois anos, sendo que o pior ano foi 2016 ocorrendo registros em quatro dos 12 meses.

Em relação ao intervalo 26-50mm (Figura 7), em 2016 e 2012 foram contabilizados oito eventos, enquanto que em 2014 foi a maior frequência, 17, para o período de 2010-2016 e quando comparado com os últimos, verifica-se uma redução para este intervalo de chuva. Em relação a análise mensal, novembro continua a ser bem significativo, com total de 112 eventos, mesmo valor para dezembro. A década com maior número de eventos foi de 1970-1979, com 141 e ao longo

Figura 6: Frequência do número de ocorrência de chuva no intervalo de 16-25mm em Brasília para o período de 1961-2016.

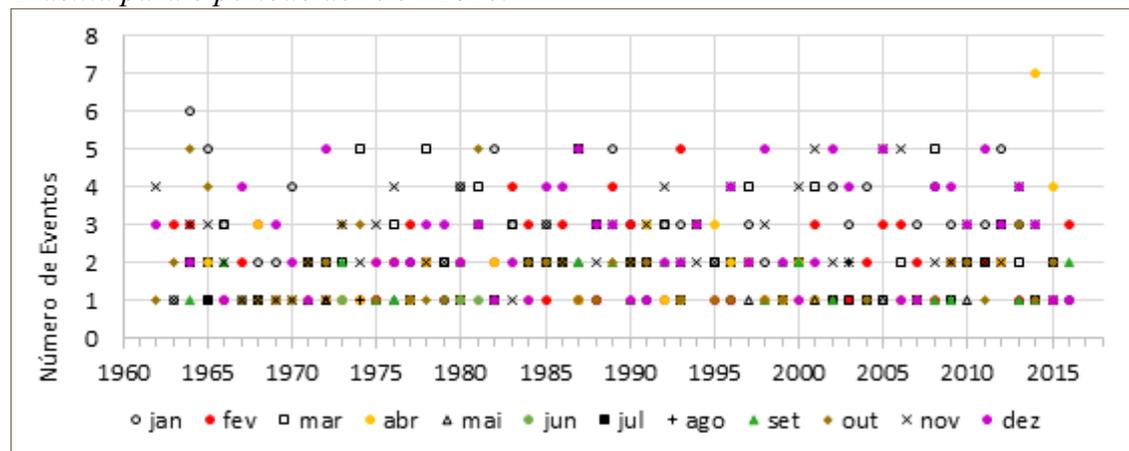
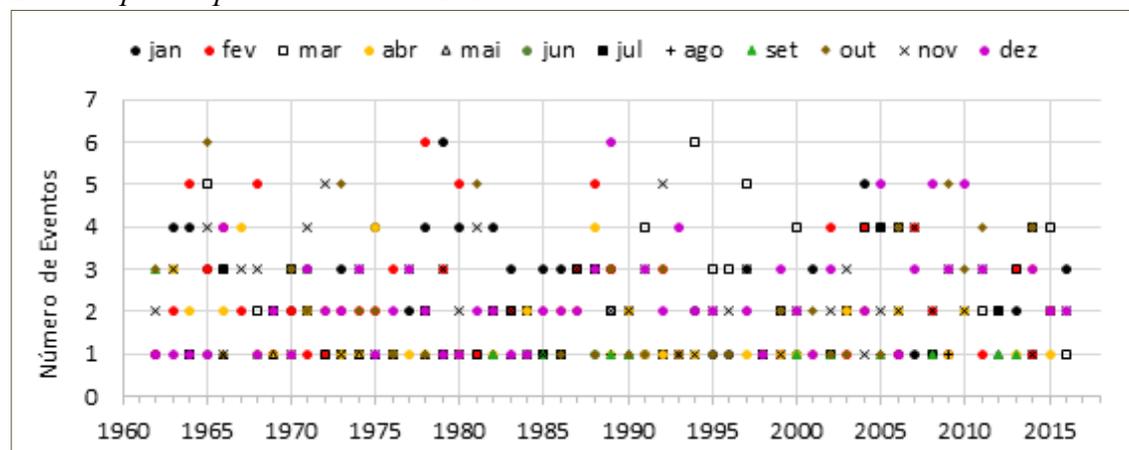


Figura 7: Frequência do número de eventos de chuva no intervalo de 26-50mm em Brasília para o período de 1961-2016.



Para o intervalo de 51-75mm (figura 8), a frequência de ocorrências nesta faixa é mais significativa na década de 60 e nas demais décadas, houve uma diminuição significativa. Na década de 2000-2009 houve 27 eventos sendo 2005 e 2009 os mais significativos, com cinco eventos, enquanto que no ano de 2000 não houve evento dessa frequência. De 2010 a 2016 o máximo foi em 2013 com seis registros ao longo do ano, enquanto que o mínimo foi em 2015 com apenas um evento nesta frequência. Entretanto, no início deste período, houve um aumento gradual, mas a partir de 2014, é reduzindo em torno de 75% quando comparado com 2013. Em relação ao mensal, novembro continua a apresentar uma continuidade na frequência de ocorrência, mas março é que apresenta o maior número de registros com 28, seguido de dezembro e fevereiro com 25 ao longo da série analisada.

A frequência de chuvas no intervalo de 76-100mm (Figura 9) apresenta um total de 36 eventos ao longo da série, ou seja, não é um intervalo que caracterize a chuva em Brasília. A década de 70 teve a maior frequência, no total de 12 seguido da década de 90

com nove eventos. Interessante observar que no período de 2010 a 2016 já ocorreram 5 eventos e o último foi em janeiro de 2016. Novembro é o mês com mais ocorrência no total de 11 ao longo da série, mantendo uma consistência de eventos como já observado nas demais frequências. Outubro, janeiro e fevereiro apresentam cinco eventos em comum, enquanto que maio, junho e agosto são os meses que não houve eventos nesta faixa.

Ao longo do período de 1961 a 2016, a série mostra um total de sete eventos na frequência de intervalo de chuva maior (>) que 100mm, com outubro e fevereiro com dois eventos cada, novembro, dezembro e março foram registrados um evento por mês. Os últimos eventos verificados foram em fevereiro de 2005 e outubro de 2006. Os três primeiros eventos ocorreram em 1964, nas décadas de 70 e 80 não houve e a partir da década de 90 foi contabilizado um em fevereiro de 1992 com os três últimos registrados a partir de 2000 como pode ser observado na Figura 10.

Figura 8: Frequência do número de eventos de chuva no intervalo de 51-75mm em Brasília para o período de 1961-2016

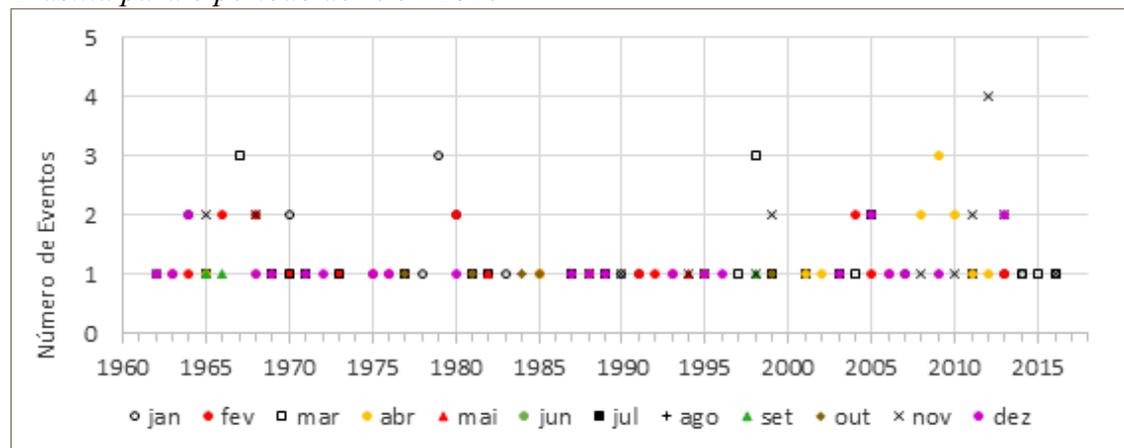


Figura 9: Frequência do número de eventos de chuva no intervalo de 76-100mm em Brasília para o período de 1961-2016.

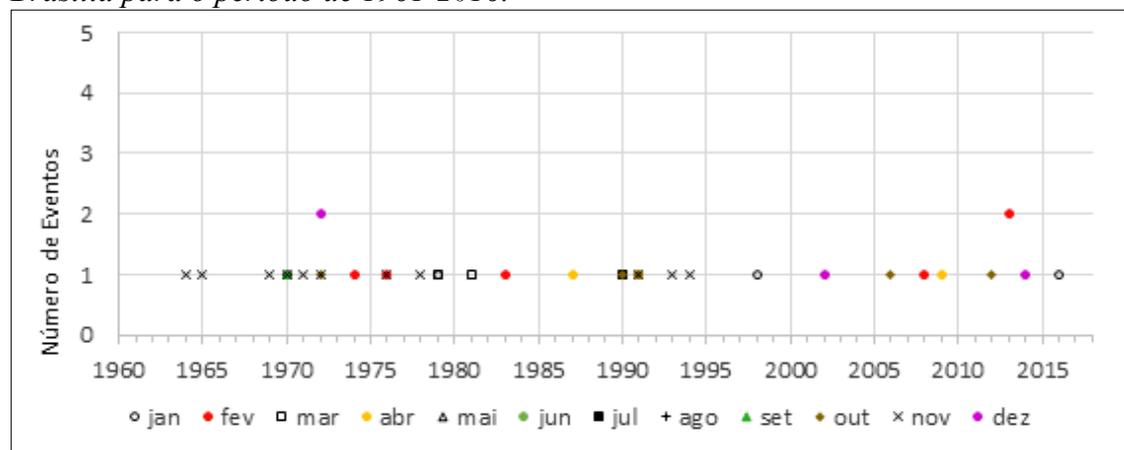
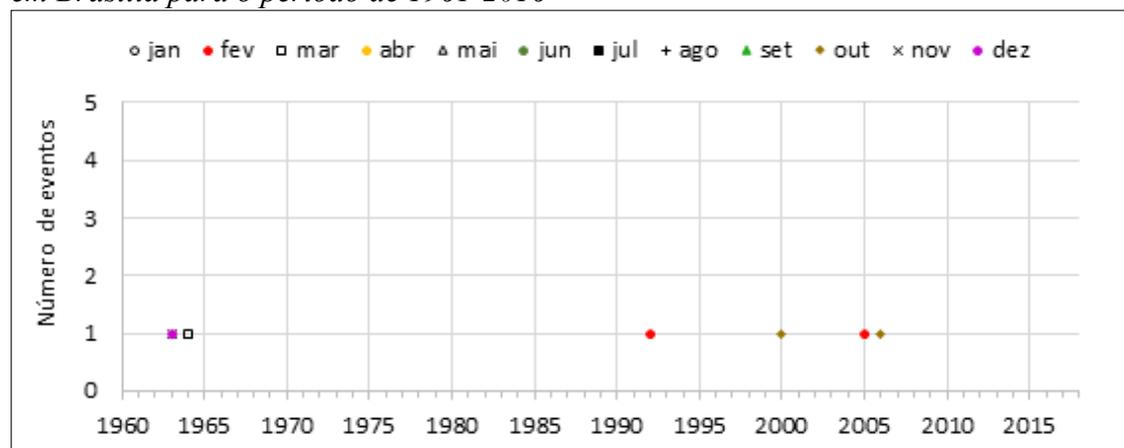


Figura 10: Frequência do número de eventos de chuva no intervalo de maior (>) 100mm em Brasília para o período de 1961-2016



Considerações finais

Este trabalho visou analisar a questão da chuva e suas características em faixas para o período existente de dados que corresponde de janeiro de 1962 a 31 dezembro de 2016 em Brasília a partir do registro de dados diários de precipitação da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Os números mostram que ao analisar o acumulado anual revelam que ao longo da série, está cada vez menos chuvoso, principalmente nos últimos dois anos, 2015 e 2016 tendo como consequências, perda hídrica com dificuldades no abastecimento de água no Distrito Federal. Verifica-se ainda que as chuvas esperadas nos meses chuvosos são irregulares, principalmente em dezembro, janeiro e fevereiro. Em 2016 houve de chuva acima da média em janeiro, mas no decorrer do ano ficou a abaixo do esperado com uma sequência de 3 meses sem registro de chuva que além da sociedade conviver com o racionamento, a vegetação também fica vulnerável que aliado com baixa umidade, alta temperatura de-

sencadeia uma série de incêndios. Em relação as faixas de intervalos de chuvas analisados, as principais faixas no qual são mais evidentes ao longo da série são a de 0-15mm, 16-25mm e de 26-50mm. A faixa de 51-75mm mostra uma regularidade na série com eventos verificados principalmente em dezembro e janeiro, mas o novembro é o mês que apresenta uma maior regularidade em todas as faixas analisadas, enquanto que as faixas de 76-100mm e maior que 100mm apresentam raros eventos. Assim, ao analisar a precipitação mensal e anual, além dos eventos nas frequências de faixas adotadas é verificado que a precipitação está diminuindo ao longo da série, principalmente em função de uma sequência de anos secos devido a formação do forte bloqueio atmosférico ocorrido em 2014 e há presença de El Niño com forte intensidade em 2015/2016 que associado com o desmatamento, o assoreamento de mananciais e a expansão da malha urbana no DF proporcionaram uma intensidade de seca impactante para a sociedade em geral. ■

Referências bibliográficas

- Quadro, M. F. L. e Abreu, M. L.. Estudo de Episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul. - Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia - Sociedade Brasileira de Meteorologia, Belo Horizonte, MG, outubro, v. 2, 620-623, 1994.
- Marouelli, R. P. O desenvolvimento sustentável da agricultura no cerrado brasileiro. 2003. 64f. Monografia (Especialização em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada), ISEA-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL, Brasília - DF, 2003.
- Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990/Organizadores: Andrea Malheiros Ramos, Luiz André Rodrigues dos Santos, Lauro Tadeu Guimarães Forte. 465pp., ISBN:978-85-62817-01-4, Brasília, DF, 2009.
- Rao, V.B., Hada, K., 1990: Characteristics of Rainfall over Brazil: Annual Variations and Connections with the Southern Oscillations. *Theor. Appl. Climatol.* 42, 81-91.
- Virgi, H. A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud wins. *Mon. Weather Rev.*, 109, 549-610, 1981.

Autores

(1) *Andréa M. Ramos, Marco A. S. Barretto, Antônio C. M. Junior e Josefã Morgana V. Almeida*
Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, Brasília, Distrito Federal, Brasil

Água e população

Eugênio Giovenardi

Água é um bem natural necessário a todos os seres vivos. Não há uma destinação específica para a espécie humana. É elemento fundamental para a sobrevivência de todos os seres animados. A espécie humana é a parte minoritária dos usuários de água do planeta e a que mais consome.

Mudanças climáticas

As mudanças climáticas interferem no ciclo e na regularidade das chuvas. Provocam fenômenos extremos de secas, tornados, tempestades e inundações, como no Distrito Federal e em outras regiões.

As dificuldades de acesso à água atingem toda a população e, com mais gravidade, as regiões com menos abundância hídrica. As mudanças climáticas periódicas são agravadas, em boa parte, pelo aquecimento global da atmosfera e dos oceanos. Emissões de gases originadas de atividades humanas, como queima de combustíveis fósseis, mudanças no uso da terra, desmatamento e queimadas intensificam o efeito estufa. Estes fatos se relacionam com o aumento populacional, crescimento econômico, tecnologias e fontes de energia poluidora que põem em cheque a durabilidade das riquezas naturais limitadas. Os bens da natureza têm a função primordial de propiciar adequada convivência entre todos os seres vivos do planeta.

Uso necessário e consumo utilitário

A água serve a plantas e animais para uso necessário à sobrevivência e reprodução. A espécie humana, além do uso necessário, tem na água um consumo utilitário, isto é, vários tipos de uso para suas diversas atividades. As quatro principais categorias que envolvem o uso de água na vida econômica e social da espécie humana são agricultura (irrigada e pecuária), consumo doméstico (residencial ou profissional), consumo industrial e geração de eletricidade.

Relação de equilíbrio

Há uma relação de equilíbrio entre o uso necessário da água pelos seres vivos e o consumo utilitário pela espécie humana. Essa relação de equilíbrio vem sendo rompida reduzindo a biodiversidade com a extinção de espécies vegetais e animais. A competição entre o

uso necessário dos seres não humanos e o consumo utilitário da espécie humana gera conflitos ecológicos, enfraquece os biomas, destrói ecossistemas e resulta na escassez de água no âmbito local, regional, nacional e mundial.

O aumento contínuo da população, a intensa urbanização, o mau uso da água e a devastação dos mananciais pressionam os aquíferos e, em consequência, tem-se escassez. Muitas atividades humanas diárias requerem água para produzir e preparar alimentos, para higiene pessoal e do local de habitação, lavagem de roupa, limpeza urbana, tratamento de dejetos, para hospitais e restaurantes, entre outras.

Balanco hídrico

Para o cálculo do balanço hídrico é necessário avaliar o volume diário do uso da água pela ação das diferentes atividades consumidoras acima mencionadas e o aumento da população humana e da população animal domesticada. No DF, a população aumenta em 40 mil habitantes por ano, mas a oferta natural de água é a mesma.

A diminuição percentual do aumento da população não elimina a gravidade do impacto humano no uso dos bens limitados do planeta e da pressão sobre os aquíferos disponíveis.

Os números comparativos comprovam a relação estreita entre aumento da população e consumo de água. Entre 1900 e 1950, a população mundial passou de 1,6 bilhão para 2,5 bilhões e o consumo de água foi de 580 km³ anuais para 1.400 km³. Nos cinquenta anos seguintes, em 2000, com 6,0 bilhões de pessoas, o consumo saltou para 4.000 km³ ano. Seguindo esses dados e as tendências de consumo atuais, a ONU estima que, no ano de 2025, a população seja de 8,2 bilhões e o uso mundial de água, de 5.200 km³/ano (1 km³ = 1 bilhão de m³).

O aumento da população, a diversidade do consumo provocada pela melhora das economias e das estruturas sociais provocam uso de maior volume de água. A disparidade da melhora econômica e social de diferentes países, e em regiões de um país, consolida a desigualdade ecológica da população.

Vazão de retorno e uso consuntivo

Há que estabelecer um ponto de equilíbrio entre disponibilidade de água e diversidade de atividades humanas que a requerem. A vazão de retorno se refere à retirada e uso da água que, em parte, volta para os aquíferos. O uso consuntivo é a parte da água gasta que não volta à fonte. Na agricultura, a perda do volume retirado representa de 50% a 60% ao longo do sistema de utilização. A definição dos produtos agrícolas, em cada região, deve considerar a disponibilidade de água e as formas de sua reposição. A água utilizada com fins domésticos perde-se na proporção de 10% a 30%. Na indústria, perdem-se de 5% a 20% da água retirada. Pouco se menciona sobre o uso consuntivo de água para limpeza de produtos agrícolas e pecuários depois de colhidos e abatidos. No Brasil, abatem-se, por ano, 5,5 bilhões de aves, 37 milhões de suínos e 33 milhões de bovinos. A limpeza de uma ave abatida requer 12 litros de água; de um suíno, 1.200 litros e, de um bovino, 2.500 litros (fonte: IBGE, 2014/2015). Toda a água usada, e que volta às fontes, estará extremamente contaminada e sua purificação costuma ser caríssima.

8º Fórum Mundial da Água e Transição Hídrica

A transição hídrica requer um novo olhar sobre a natureza, visando às gerações vindouras para mudança de atitudes e comportamentos ambientais.

- Desfazer, pela educação ambiental, o mito da abundância da água.
- Definir cota diária igualitária *per capita* para uso comedido. Em países da Europa, adota-se o teto de 50 litros/pessoa/dia. Em algumas áreas do DF, o consumo por pessoa/dia é de mais de 500 litros.
- Ajustar o preço, segundo critérios democráticos, sociais e econômicos.
- Oferecer informações periódicas e contínuas à população sobre a retirada de água dos reservatórios e aquíferos e as perdas decorrentes do mau uso.
- Restringir e fiscalizar a perfuração de poços artesianos para uso particular.
- Difundir técnicas e práticas de reuso, coleta seletiva de lixo e tratamento de esgotos. Reduzir

drasticamente a queima de combustíveis fósseis e aumentar o uso de energia limpa.

- Aplicar a lei de captação de águas pluviais no campo e na cidade; oferecer subsídios a indivíduos e empresas para fabricação e implantação de equipamentos. O DF recebe, anualmente, ao redor de 1.700mm/m².
- Elaborar e implementar um generoso plano de investimentos águas acima, a montante de rios e córregos, para proteção de mananciais e bacias hidrográficas.
- Promover um amplo e contínuo programa educativo em escolas e meios de comunicação sobre planejamento familiar participativo e universal.

Conclusão

Há que se repensar o rumo do crescimento e do desenvolvimento dito sustentável, baseado na criatividade tecnológica para satisfazer necessidades artificiais e excitar o consumo de bens com obsolescência programada.

*Onde produzir, quando produzir,
com quanta água, para quantos
e a que custo são questões que
os gestores da água têm que responder.*

O planejamento da distribuição equitativa da água, no Distrito Federal, requer um novo olhar sobre a fragilidade do bioma Cerrado e a capacidade de suporte dos ecossistemas relacionados com o crescimento da população e da urbanização.

O bioma é limitado na oferta de água, a população cresce de forma contínua, ainda que em ritmo descendente. O equilíbrio entre a oferta e o consumo utilitário da água é o ponto ômega a ser definido, perseguido e controlado pelo bom senso da população e pela legislação.

A agricultura irrigada e o agronegócio, como estratégias econômicas, são um risco iminente de desequilíbrio ambiental a ser criteriosamente avaliado. A irracionalidade produtiva não pode sobrepor-se às leis da natureza com a justificativa de que o crescimento econômico possa superar os graves índices de pobreza da população brasileira e mundial. ■

(1) Eugênio Giovenardi

Ecosociólogo e ambientalista. Pós-graduado em Sociologia do Desenvolvimento na França e na Inglaterra. É Consultor aposentado da Organização Internacional do Trabalho. Acadêmico do Instituto Histórico e Geográfico do Distrito Federal

Evolução da área irrigada por pivô-central no Distrito Federal

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima e Lucas Ferraz

Informações sobre a oferta e a demanda hídrica de um dado local são fundamentais para a adequada gestão de seus recursos hídricos. No caso da aquisição de dados sobre a demanda hídrica, é importante o constante monitoramento dos usos da água em cada bacia hidrográfica. O levantamento dessas informações para grandes áreas, no campo, demandaria recursos geralmente escassos. Assim, ferramentas de geoprocessamento têm sido amplamente utilizadas na realização dessa tarefa. Apesar dos benefícios advindos de seu uso, a agricultura irrigada se trata de um uso intensivo de água, podendo gerar conflitos em certas regiões. Este trabalho objetivou a identificação e a quantificação da área irrigada por pivô-central no Distrito Federal entre 1985 e 2015, de forma georreferenciada, destacando a importância desses dados para a adequada gestão dos recursos hídricos. Os resultados indicam que, entre 1985 e 2015, o número de pivôs-centrais instalados no Distrito Federal passou de 3 para 233 equipamentos. A área irrigada por meio do uso desse método passou de pouco mais de 170 hectares em 1985 para cerca de 13.000 hectares em 2015. O crescimento médio anual da área irrigada verificado nas últimas décadas no Distrito Federal é de 5,8% a.a. A discussão baseada nos resultados obtidos confirma a importância dos dados gerados para a melhoria dos sistemas de informação e gestão de recursos hídricos no Distrito Federal.

1 - Introdução

Informações sobre a oferta e a demanda hídrica de um dado local ou região são fundamentais para a adequada gestão de seus recursos hídricos. Em se tratando da oferta hídrica, superficial ou subterrânea, sua determinação é efetuada, normalmente, com base em dados hidrométricos e estudos hidrológicos e estatísticos, que permitem estimar a disponibilidade hídrica associada a uma probabilidade de ocorrência em determinada localidade e época do ano. No

caso da geração de informações sobre a demanda hídrica, é importante o constante monitoramento das captações, derivações, barragens e lançamentos de efluentes realizados pelos diferentes usuários de água, por bacia hidrográfica.

O Distrito Federal possui, disponibilidade hídrica menor que $1.400\text{m}^3.\text{habitante}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (Lima, 2000), considerada baixa com base na classificação das Nações Unidas, o que indica a possibilidade de ocorrência de conflitos pelo uso da água e a necessidade de gestão dos recursos hídricos existentes. Para que se faça a gestão adequada desses recursos, é fundamental o conhecimento sobre sua disponibilidade e a demanda imposta por seus diferentes usuários, no espaço e no tempo.

Sendo a irrigação uma prática de uso intensivo dos recursos hídricos, o acompanhamento da evolução de sua adoção é de grande importância. Devido à sua facilidade operacional, à alta adaptabilidade a diferentes condições de solo e topografia e à pequena demanda por mão de obra, a prática da irrigação por meio de sistemas de pivô-central vem sendo amplamente utilizada na Região Centro-Oeste do Brasil (Silva e Azevedo, 1998), o que também é percebido no Distrito Federal.

Uma forma de reduzir custos, trabalho e tempo para o levantamento desses dados é o uso de imagens de satélite e ferramentas de geoprocessamento (Moreira, 2005; Mendes e Cirilo, 2001). A característica circular das áreas irrigadas por pivô central, cuja extensão varia, em geral, de 10 a 120 ha, permite a delimitação rápida e precisa desses equipamentos de irrigação nas imagens orbitais. Essa delimitação pode ser prejudicada somente nos casos onde as áreas sobre os pivôs-centrais não estiverem sendo cultivadas, ou seja, se não houver diferenciação espectral acentuada com a cobertura do terreno adjacente. Em princípio, os sistemas sensores que

possuem resoluções espaciais da ordem de algumas dezenas de metros podem ser utilizados para a referida delimitação (Moreira, 2005). Nesse grupo, incluem-se, por exemplo, os satélites LANDSAT (norte-americano, resolução espacial de 30 metros), SPOT (francês, resolução espacial de 20 metros), e o CBERS (brasileiro, resolução espacial de 20 metros).

Diante do exposto, os objetivos deste trabalho foram: (i) localizar os pivôs-centrais instalados no Distrito Federal ao longo do tempo, de 1985 a 2015; (ii) determinar a evolução da área irrigada por esses equipamentos; e (iii) discutir sobre suas potenciais implicações em relação à gestão dos recursos hídricos.

2 - Material e métodos

A área de estudo foi o Distrito Federal, unidade federativa brasileira que ocupa 5.783 km² da sua porção central. Em termos climáticos, caracteriza-se por apresentar duas estações bem definidas: seis meses de estação seca, de maio a setembro, e seis meses de estação chuvosa, de outubro a abril. No período chuvoso é comum a ocorrência de veranicos (Assad *et al.*, 1993), aumentando os riscos de quebra das safras agrícolas e, por consequência, a importância dos sistemas irrigados na região.

O levantamento da área irrigada por pivô-central foi efetuada por meio da interpretação de imagens de dois satélites, sendo eles: o LANDSAT 5 (LS 5) e o LANDSAT 8 (LS 8). As imagens foram adquiridas junto à *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Foram selecionadas sete cenas da órbita/ponto WRS 221/71, intercaladas em períodos de tempo de 5 anos. Desta forma, foram analisadas imagens dos seguintes anos: 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 e 2015. Para maior compreensão dos atributos da superfície terrestre de interesse, no caso, as áreas irrigadas, todas as imagens foram adquiridas no período de seca.

Todo o diagnóstico de imagens foi baseada na análise visual de composição colorida RGB. Por serem satélites que possuem intervalos espectrais distintos, a composição das bandas apresentam diferenças. Nas análises dos seis primeiros anos, realizadas a partir do LANDSAT 5, as bandas adotadas foram: 4, 5, 3 (respostas espectrais Vermelho, Infravermelho próximo e Infravermelho médio). Já para a única imagem adquirida do LANDSAT 8, de 2015, a composição adotada foi a seguinte: 5, 6, 4 (respostas

espectrais Vermelho, Infravermelho próximo e Infravermelho médio). Vale enfatizar que no comportamento das duas composições a coloração da vegetação é ressaltada. Selecionou-se esses satélites por apresentarem resolução espacial de 30 metros, compatível com o objetivo de identificar pivôs-centrais do Cerrado (tamanhos que variam de 20 a 120 hectares), confiabilidade na aquisição de dados em termos de qualidade radiométrica e geométrica e faixa de imageamento relativamente extensa de 185 km, o que evita a necessidade de aquisição de um número relativamente elevado de cenas.

As etapas de análise dessa pesquisa foram desenvolvidas no laboratório de Biofísica Ambiental, localizado na Embrapa Cerrados.

As bandas dos satélites foram compostas no software Envi. Este também foi utilizado para fazer o recorte das cenas utilizando os limites do Distrito Federal. Na fase do mapeamento dos pivôs centrais, utilizou-se o software ArcGis.

A área ocupada por pivôs-centrais foi identificada e demarcada visualmente e, por meio da ferramenta X tools Pro, foram calculadas, individualmente, suas respectivas áreas.

Com base nos dados levantados, no conhecimento da região e em dados da literatura, foi efetuada uma análise sobre sua importância na gestão de recursos hídricos da região.

3 - Resultados e discussão

Na Figura 1 são apresentados todos os pivôs-centrais identificados ao longo do tempo, em intervalos de 5 anos, de 1985 a 2015, por meio do processamento e da análise das imagens de satélite do Distrito Federal.

Observando a Figura 1, verifica-se a grande concentração de pivôs-centrais na região leste do Distrito Federal, na parcela do território que verte para o Rio Preto, inserido na Bacia do Rio São Francisco.

Na Figura 2, são apresentados os dados resultantes da análise das informações mostradas na Figura 1, ou seja, o crescimento do número de pivôs-centrais identificados ao longo dos anos e o respectivo crescimento da área irrigada.

Dos dados apresentados na Figura 2, tem-se que em 1985 eram apenas 3 pivôs-centrais instalados no Distrito Federal, com uma área irrigada de pouco

Figura 1 - Pivôs-centrais instalados no Distrito Federal entre 1985 e 2015

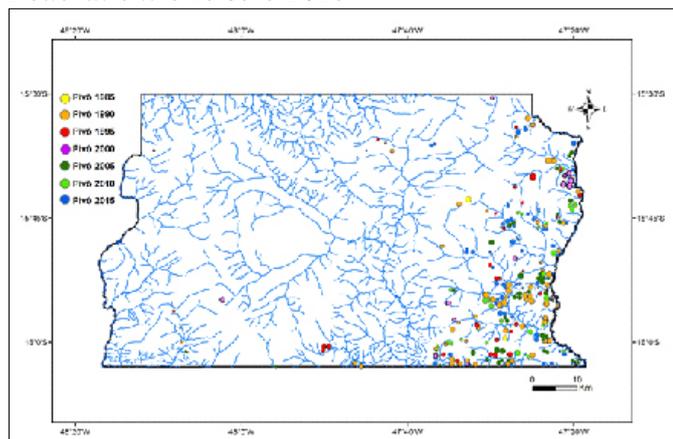
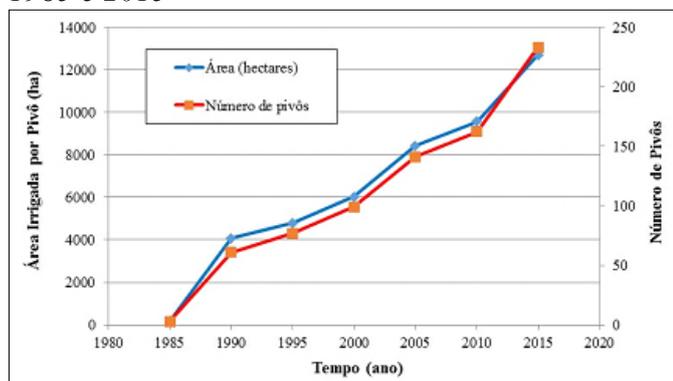


Figura 2 - Crescimento do número de pivôs-centrais instalados e da respectiva área irrigada por esses equipamentos no Distrito Federal entre 1985 e 2015



mais de 170 hectares. Passados 30 anos, em 2015, já eram 233 equipamentos, irrigando uma área de quase 13.000 hectares. O crescimento médio anual da área irrigada verificado no Distrito Federal nos últimos 5 anos de análise, de 2010 a 2015, foi de 5,8%a.a., percentual superior àquele verificado no Bioma Cerrado entre 2002 e 2013, no qual esta unidade da federação está inserida, que foi de 5,2%a.a. (Lima *et al.*, 2015). O fato de o crescimento do uso de pivôs-centrais no Distrito Federal ser ainda maior do que o verificado no Cerrado como um todo, certamente, está relacionado à questões de disponibilidade de infraestrutura (estradas e energia), proximidade de Brasília (mercado e acesso) e à características naturais (clima, solo e relevo) que fazem desta região do Planalto Central uma área com alto apelo para a adoção da irrigação por meio de pivôs-centrais. Os municípios de Unai e Paracatu são dois outros exemplos na região com características similares e onde se verifica um amplo desenvolvimento da agricultura irrigada (Lima *et al.*, 2015). No entanto, cabe destacar que, por estar

em uma zona mais alta, o Distrito Federal, de uma forma geral, é uma região de nascentes, onde os rios apresentam baixa disponibilidade hídrica e, portanto, o desenvolvimento da irrigação deve ser feito com maior cuidado para minimizar o risco de ocorrência de conflitos pelo uso da água.

Ainda da análise da Figura 2, no período de 2010 a 2015, último período de inspeção, pode-se verificar uma mudança na relação entre o número de pivôs-centrais com a área irrigada, gerando um cruzamento entre ambas as curvas apresentadas. Isso indica uma redução na área média dos pivôs-centrais instalados. Essa redução no tamanho dos pivôs pode representar a busca dos produtores por uma maior cobertura de suas áreas com sistemas irrigados, mesmo com o uso de sistemas menores, que tenham que se ajustar à disponibilidade de terreno. De uma forma geral, esses dados mostram que, se houver água e infraestrutura, a agricultura irrigada tende a crescer no Distrito Federal.

Questões como a variabilidade climática e os longos veranicos enfrentados nos últimos anos, certamente levam o produtor a buscar alternativas como a irrigação para aumento da resiliência e minimização de riscos de sua atividade, que é produzir alimentos. Por outro lado, pelos mesmos motivos, verificou-se, não apenas no Distrito Federal, mas em grande parte do Cerrado Brasileiro, uma redução significativa na vazão dos rios nos últimos três anos, gerando sérios problemas aos produtores, que, em parte, tiveram que manter seus equipamentos parados por falta de água nos últimos dois anos, 2016 e 2017, respectivamente.

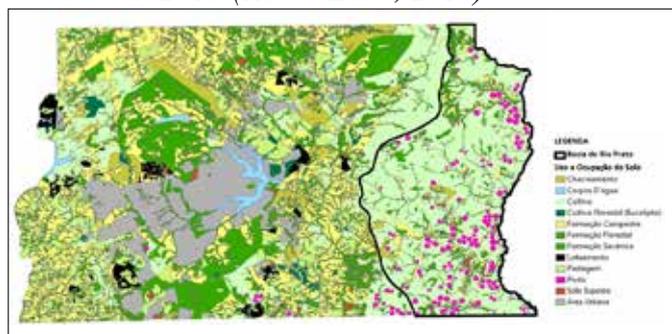
De acordo com Lima *et al.* (2017), em 2016, cerca de 37% dos pivôs-centrais ficaram parados ou tiveram que ter sua área plantada reduzida em decorrência da diminuição de chuva e, por consequência, da vazão disponível nos rios da região vivenciada neste período. Esta é, indubitavelmente, uma situação de conflito pelo uso da água e vem demandando grande esforço por parte do sistema de gerenciamento de recursos hídricos do Distrito Federal, notadamente, o Comitê de Bacia dos Afluentes do Rio Preto no DF, o Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal e a ADASA (Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do DF). Cabe destacar que, sob o ponto de vista da gestão de recursos hídricos, há muito tempo a Bacia do Rio Preto no Distrito Federal já vem sendo apontada como região com alto potencial de ocorrência de conflitos pelo

uso da água em decorrência do uso para a irrigação (Dolabella, 1996; Lima *et al.*, 2004; 2007; 2015; PGIRH, 2012).

Em relação à outorga, é interessante verificar no trabalho de Lima *et al.* (2017) que, no universo de proprietários de pivôs-centrais da Bacia do Rio Preto no DF, 97,1% possui outorga. No entanto, essa informação não é expressa, necessariamente, que a relação entre o uso previsto na outorga é o uso efetivamente realizado pelos produtores. Para lidar com essa questão, há uma tendência de que muito em breve os principais usuários de água da bacia tenham suas captações hidro metradas, o que já é previsto nos atos de outorga.

É importante ressaltar que os conflitos pelo uso da água na Bacia do Rio Preto são, exclusivamente, entre irrigantes, uma vez que não existem captações significantes para abastecimento humano na bacia. Na Figura 3 é apresentado o mapa de uso e ocupação do solo no DF, que mostra claramente que a área irrigada por pivô-central não está inserida em bacias que abastecem as suas respectivas zonas urbanas.

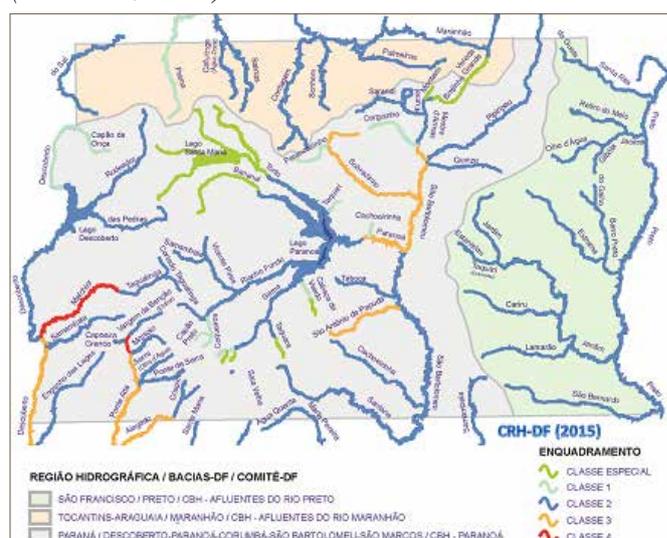
Figura 3 - Localização da parcela da Bacia Hidrográfica do Rio Preto inserida no Distrito Federal, bem como a situação de uso e ocupação da área em 2015 (Reis e Lima, 2015)



Como se observa na Figura 3, os pivôs-centrais no DF encontram-se na Bacia do Rio Preto, afluente do Rio São Francisco, enquanto a população do DF e seus mananciais de abastecimento estão concentrados na parcela do território que verte para a Bacia do Rio Paraná. Ressalta-se que, neste trabalho, o foco está na irrigação por pivô-central, pois é de conhecimento comum que em bacias como a do Rio Descoberto e do Ribeirão Pípiripau, existem sim conflitos entre os setores de irrigação e abastecimento público, mas esses sistemas de irrigação são constituídos de outros métodos de aplicação de água em área agrícola.

Em relação à qualidade da água, a própria classificação dos rios (Conama n.357) para subsídio do enquadramento dos corpos hídricos do DF indica que a situação é muito boa, mesmo nessas bacias do Rio Preto onde há um uso intenso do solo e da água para fins agrícolas há cerca de 40 anos (Figura 4).

Figura 4 - Classificação dos rios (Conama n.357) do Distrito Federal para fins de enquadramento (CRH-DF, 2015)



Avaliando-se conjuntamente os dados apresentados nas Figuras 3 e 4, verifica-se que, no caso das bacias agrícolas, o planejamento é para que as águas não apresentem qualidade pior do que aquelas características da Classe 2, que é uma classificação muito boa. Por outro lado, problemas importantes são verificados nas áreas urbanas. Ressalta-se que, no processo de classificação dos corpos hídricos do DF, na análise empreendida pelas esferas técnicas dos Comitês de Bacia e do Conselho de Recursos Hídricos-CRH, considerou-se o seguinte: os rios que queremos; os rios que temos; e os rios que podemos ter. No caso dos rios que drenam áreas agrícolas, em geral, considerando as condições atuais, decidiu-se apenas pela manutenção da qualidade da água encontrada hoje nesses corpos hídricos. O trabalho de Muniz *et al.* (2011) corrobora a respectiva classificação dos corpos hídricos do DF, uma vez que compara, por meio de monitoramento sistemático, as diferenças na qualidades das águas de rios naturais, urbanos e rurais da região.

4 - Considerações finais

- Entre 1985 e 2015, a área irrigada por pivô-central no Distrito Federal passou de pouco mais de 170 hectares para cerca de 13.000 hectares.
- Entre 1985 e 2015, o número de pivôs-centrais instalados no Distrito Federal passou de três para 233.
- O crescimento médio anual da área irrigada por pivô-central no Distrito Federal, nos últimos cinco anos analisados, de 2010 a 2015, foi de 5,8%a.a., índice este, maior do que o observado em períodos anteriores.
- No último período analisado, de 2010 a 2015, verificou-se a implementação de pivôs-centrais de menor área.
- Com base nos resultados obtidos no trabalho de Lima *et al.* (2017), pode-se afirmar que, se não houvesse restrição hídrica na região, muito provavelmente, a área irrigada por pivô-central no DF continuaria a crescer.
- A grande concentração de pivôs-centrais em uma determinada região, associada a questões climáticas, tem gerado conflitos pelo uso da água no DF; no entanto, estes ocorrem quase que exclusivamente entre os próprios usuários da água para irrigação.
- De uma maneira geral, os rios que drenam as bacias onde se concentram os pivôs-centrais no DF apresentam águas de qualidade considerada muito boa.
- A discussão baseada nos resultados obtidos confirma a importância dos dados gerados para a melhoria dos sistemas de informação e gestão integrada dos recursos hídricos no Distrito Federal. ■

Referências bibliográficas

- ASSAD, E.D.; SANO, E.E.; MASSUTOMO, E.; CASTRO, L.H.R.; SILVA, F.A.M. (1993). Veranicos na região dos cerrados brasileiros, frequência e probabilidade de ocorrência. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 28, n. 9, p. 993-1003.
- CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 1986. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 4 mai. 2015.
- CRH-DF - Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal. (2014). Resolução nº 2 de 17 de dezembro de 2014. Aprova o enquadramento dos corpos de água superficiais do Distrito Federal em classes, segundo os usos preponderantes, e dá encaminhamentos. Disponível em: <http://www.semahr.df.gov.br/images/Resolu%C3%A7%C3%A3o%202%20-%20CRH.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2015.
- DOLABELLA, R. H. C. (1996). Caracterização agroambiental e avaliação da demanda e da disponibilidade dos recursos hídricos do Rio Jardim-DF. 105 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília.
- LIMA, J.E.F.W.; ANTONINI, J.C.A.; BORGES, M.M.; ANDRADE, S.M.L.; LOBATO, B.R.; SOUSA, L.L.P.; ROCHA, F.E.C.; CARVALHO, A.V.V. (2017). Demandas relacionadas às culturas irrigadas no DF e propostas para pesquisa, extensão e política pública. In: Sebastião Márcio Lopes de Andrade; Francisco Eduardo de Castro Rocha; Breno Rodrigues Lobato. (Org.). Expedição Safra Brasília - 2016: soja, milho safrinha e culturas irrigadas: diagnóstico e prospecção de demandas para pesquisa, extensão rural e política pública. Brasília, DF: Seagri. p. 221-300.
- LIMA, J.E.F.W.; SANO, E.E.; EVANGELISTA, B.A.; LOPES, T.S.S. (2015). Variação da área irrigada por pivô-central no Cerrado entre 2002 e 2013. ITEM. Irrigação e Tecnologia Moderna, v. 104/105, p. 68-72.
- LIMA, J.E.F.W.; SANO, E.E.; SILVA, E.M.; OLIVEIRA, E.C. (2004). Levantamento da área irrigada e estimativa do consumo de água por pivôs-centrais no Distrito Federal em 2002. In: III Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste, 2004, Goiânia. III Simpósio de Recursos Hídricos do Centro-Oeste. Goiânia: ABRH.
- MOREIRA, M.A. (2005). Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. Viçosa: UFV, 3ª ed., 320p.
- MUNIZ, D.H.F.; MORAES, A.S.; FREIRE, I.S.; CRUZ, C.J.D.; LIMA, J.E.F.W.; OLIVEIRA-FILHO, E.C. (2011). Evaluation of water quality parameters for monitoring natural, urban, and agricultural areas in the Brazilian Cerrado. Acta Limnologica Brasiliensia, v. 23, p. 307-317.
- PGIRH (2012). Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal, Relatório Síntese, Brasília, DF: Governo do Distrito Federal, SEMARH/DF; ADASA, 98p.
- REIS, A.M.; LIMA, J.E.F.W. (2015). Mapeamento do uso e ocupação do solo no Distrito Federal por unidade hidrográfica de gestão dos recursos hídricos. In: Anais do XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Brasília: ABRH, 8p.
- SILVA, E.M.; AZEVEDO, J.A. (1998). Dimensionamento da lateral de irrigação do pivô central. Planaltina: Embrapa-CPAC, 54 p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 71).

Autores

(1) Jorge Enoch Furquim Werneck Lima
Pesquisador em Hidrologia da Embrapa Cerrados

(2) Lucas Ferraz
Graduando da UEG e estagiário da Embrapa Cerrados



Conheça a série
Texto para Discussão.
Um veículo de divulgação
de conhecimento,
análises e informações.



Acesso à
Informação

Portal da
TRANS **PARÊNCIA**
www.transparencia.df.gov.br

DESTAQUES

Levantamento populacional do Novo Gama inicia série de pesquisas



Estudo da Codeplan foi divulgado na tarde desta quinta-feira (18). Objetivo...

Leia Mais

Águas Claras, Taguatinga e Ceilândia têm economia fortalecida po...



Levantamento da Codeplan indica que empresas criativas fomentam mercado e aum...

Leia Mais

Inflação no DF recua 1,86 ponto porcentual durante 2017



Comparada a 2016, variação acumulada diminuiu para 3,76%. Análise foi apre...

Leia Mais

Viramos a chave



No dia 18 de dezembro, a Codeplan recebeu certificado da Secretaria de Planej...

Economia do DF dá sinais de estabilização, mas ainda está em re...



PED de novembro registra diminuição na taxa de desemprego



Dados da pesquisa, em comparação a outubro, foram apresentados nesta quarta...

Leia Mais

Inflação em Brasília teve aumento de 0,46% em novembro



Índice IPCA foi puxado pelo setor de alimentos e bebidas. Codeplan também d...

Leia Mais

Codeplan lança nova edição de Brasília em Debate e premia vence...



Desemprego apresenta estabilidade no DF em outubro



OUVIDORIA



CARTA DE SERVIÇOS

Cartas de Serviços
Participe da pesquisa. Sua opinião é importante

Brasília em debate



Texto para Discussão

LAG Codeplan
Laboratório de Avaliação da Gestão Pública

Seleção de Estagiários



BRASÍLIA EM NÚMEROS

Brasília em Mapas

PMAD

www.codeplan.df.gov.br
Acesse. Informe-se



8^o

Fórum Mundial
da Água

Brasília-Brasil
2018

Compartilhando Água