



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE PLANALTINA**

**DOUGLAS FERNANDES DE MESQUITA**

**ANÁLISE DE DADOS METEOROLÓGICOS NA GESTÃO DE RECURSOS  
HÍDRICOS – BALANÇO HÍDRICO DO DISTRITO FEDERAL (1984 – 2014)**

**PLANALTINA – DF**

**2016**

DOUGLAS FERNANDES DE MESQUITA

**ANÁLISE DE DADOS METEOROLÓGICOS NA GESTÃO DE RECURSOS  
HÍDRICOS – BALANÇO HÍDRICO DO DISTRITO FEDERAL (1984 – 2014)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Orientador: Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro

**PLANALTINA – DF**

**2016**

**FICHA CATALOGRÁFICA**

MESQUITA, Douglas Fernandes de

Análise de dados meteorológicos na gestão de recursos hídricos – Balanço hídrico do Distrito Federal (1984 – 2014). / Douglas Fernandes de Mesquita.

Planaltina – DF, 2016. Número de páginas 52f.

Monografia – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília.

Curso de Bacharelado em Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro.

1 - Balanço hídrico sequencial. 2 - Gestão dos recursos hídricos. 3 - Distrito Federal. 4 - INMET. I - Mesquita, Douglas Fernandes de.

DOUGLAS FERNANDES DE MESQUITA

ANÁLISE DE DADOS METEOROLÓGICOS NA GESTÃO DE RECURSOS  
HÍDRICOS – BALANÇO HÍDRICO DO DISTRITO FEDERAL (1984 – 2014)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Gestão Ambiental,  
como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Gestão Ambiental.

Banca Examinadora:

Planaltina-DF, 23 de junho de 2016.

---

Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro – UnB/*Campus Planaltina*

---

Dr. José Vicente Elias Bernardi – UnB/*Campus Planaltina*

---

Dr. Tamiel Khan Baiocchi Jacobson – UnB/*Campus Planaltina*

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Carine de Souza e a minha família, em especial à Luisa Joseneide Fernandes e Fernando Gilson Alves de Mesquita, meus amados pais, pelo apoio dado durante toda graduação, sempre acreditando no meu potencial.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus, pois como diz em Filipenses 4:13: “Tudo posso naquele que me fortalece!”. É de ti quem tiro toda minha garra e determinação.

Ao meu orientador, o Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro pelo voto de confiança, pela paciência e pelo aprendizado que me proporcionou. Foi uma grande honra ter a oportunidade acadêmica de desenvolver essa pesquisa.

Aos meus pais, Luisa Joseneide Fernandes e Fernando Gilson Alves de Mesquita, que me ensinaram a persistir e trabalhar para alcançar os meus objetivos, e por respeitar os meus sonhos, estando sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

À Carine de Souza, por tudo que tem feito por mim, pelas conversas que tivemos, e principalmente por ter me apoiado desde o início. Saiba que desse apoio surgiu toda a minha força e confiança para alcançar esse objetivo e todos os outros.

Aos meus irmãos, Maria Clara F. de Mesquita e Luiz Henrique F. de Mesquita, por sempre devolver o sorriso ao meu rosto, mesmo nos momentos mais difíceis.

À minha família, pelo apoio e por acreditar que a gestão ambiental poderia me trazer a satisfação e o reconhecimento que hoje me traz.

Aos meus colegas que me acompanharam neste desafiante período na universidade, em especial aos companheiros Cid Árley Neres de Sousa e Renato Souza. Espero que alcancem o reconhecimento profissional.

Aos professores que conheci nesses últimos 4 anos e 6 meses. Quero dizer que vocês têm realizado muito para os avanços científicos e a melhoria da consciência ambiental daqueles que passam por vocês.

Por último, porém não menos especial, aos profissionais que pude conhecer ao longo da curta carreira de gestor, dos quais destaco aqui: Marcelo Souza, Gonzalo Fernandez, Eduardo Santos, Marcelo Chaves, Lucio Proença, Thyego Pery, Caroline Pertussatti, Paula Padovani, Will Melo, Sergio Siebra e Luciana Brito. Vocês contribuíram e continuam contribuindo na minha formação, pois são grandes referências profissionais para mim.

Meus sinceros agradecimentos!

## RESUMO

### ANÁLISE DE DADOS METEOROLÓGICOS NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – BALANÇO HÍDRICO SEQUENCIAL DO DISTRITO FEDERAL (1984 – 2014)

O Distrito Federal, assim como todas as áreas metropolitanas, enfrenta problemas relacionados ao abastecimento de água. A morosidade das ações de gestão somado ao desequilíbrio na reposição hídrica, pode desencadear no futuro consequências para a disponibilidade hídrica na capital do país. O desafio é fazer o uso sustentável do recurso hídrico nesse cenário. O presente projeto teve como objetivo analisar dados meteorológicos do Distrito Federal no período entre 1984 e 2014, buscando caracterizar o atual cenário do ponto de vista da segurança hídrica e gestão deste recurso. Foi utilizado o balanço hídrico sequencial, que foi calculado em planilha eletrônica, no programa BHseq (versão 6.3). Houve grande mudança na pluviosidade, com aumento das chuvas em cerca de 50% no comparativo entre o primeiro e o último ano analisado. O problema não tem sido a falta de chuvas, mas sim a intensidade dos eventos pluviométricos nos três meses iniciais do ano e nos dois meses finais. Com a existência desse acúmulo de chuvas, o solo não absorve a água, e conseqüentemente não consegue repor a retirada de água durante o período seco. Esse desequilíbrio reflete no aumento do saldo negativo de água disponível no solo. Neste cenário, é importante que sejam desenvolvidas atividades integradas para proteção e manutenção do potencial hídrico encontrado no Distrito Federal, com a participação das entidades governamentais e dos usuários dessas bacias hidrográficas.

**Palavras-chave:** Balanço hídrico sequencial, gestão dos recursos hídricos, Distrito Federal, INMET.

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF METEOROLOGICAL DATA ON WATER RESOURCES MANAGEMENT - WATER BALANCE SEQUENTIAL IN FEDERAL DISTRICT (1984 - 2014)

The Federal District, as well as all metropolitan areas, is facing problems related to water supply. The slow pace of management actions added to the imbalance in fluid replacement may trigger future consequences for water availability in the country's capital. The challenge is to make sustainable use of water resources in this scenario. This project aimed to analyze meteorological data of the Federal District in the period between 1984 and 2014, seeking to characterize the current situation from the point of view of water security and water management. It used the sequential water balance, which was calculated in a spreadsheet, in BHseq (version 6.3) program. There were big changes in rainfall, with increased rainfall by about 50% in the comparison between the first and the last year analyzed. The problem has not been the lack of rain, but the intensity of rainfall events in the first three months of the year and in the final two months. With the existence of this accumulation of rain, the soil does not absorb water, and therefore cannot replace the removal of water during the dry season. This imbalance reflects the increase in the negative balance of available soil water. In this scenario, it is important that activities be developed for integrated protection and maintenance of water potential found in the Federal District, with the participation of governmental entities and users.

**Keywords:** sequential water balance, water management, Federal District, INMET.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Limites geográficos do Distrito Federal, que é a área de estudo. Fonte: Autoria Própria. ....	21
<b>Figura 2</b> – Roteiro metodológico aplicado na pesquisa do balanço e da gestão hídrica do DF.....	22
<b>Figura 3</b> - Metodologia de cálculo do balanço hídrico no programa BHseq. ....	25
<b>Figura 4</b> – Extrato do Balanço Hídrico na estação Brasília, nas décadas subsequentes à 1984. ....	27
<b>Figura 5</b> – Balanço hídrico dos decênios entre 1984 e 2014, na qual são apresentadas as médias de precipitação, evapotranspiração potencial (ETP) e as estimativas da evapotranspiração real (ETR) para cada período de dez dias ao longo do ano na estação Brasília. ....	29
<b>Figura 6</b> – Variação mensal do armazenamento de água (ARM) para os decênios na estação Brasília, considerando CAD = 100 mm.....	33
<b>Figura 7</b> – Representação gráfica completa do balanço hídrico sequencial do Distrito Federal, na qual são apresentados os dados de reposição, retirada, excedente e deficiência hídrica.....	35
<b>Figura 8</b> - Proposta de enquadramento dos cursos d'água do DF e a divisão dos comitês de bacia hidrográfica do Distrito Federal. Aparecem no mapa o CBH do Lago Paranoá (DF1), CBH Afluentes do Rio Preto (DF2) e CBH Afluentes do Rio Maranhão (DF3). Fonte: Adaptado, PGIRH (2012); CBH (2015). ....	36
<b>Figura 9</b> - Distribuição quantitativa das classes de enquadramento dos corpos hídricos do DF. Não foram contabilizadas as nascentes em Unidades de Conservação de Proteção Integral, que são enquadradas na classe Especial. Fonte: Adaptado, CAESB (2015).....	38
<b>Figura 10</b> - Perda de água no sistema de abastecimento do Distrito Federal. Fonte: Adaptado, CAESB (2015). ....	41

**LISTA DE TABELAS**

<b><i>Tabela 1 - Divisão dos meses em decêndios (período de 10 dias consecutivos).</i></b> .....	23
<b><i>Tabela 2 - Dados do balanço hídrico do Distrito Federal para os anos de 1984, 1994, 2004 e 2014.</i></b> .....	31
<b><i>Tabela 3 - Dados gerais de caracterização dos comitês de bacia do DF. Fonte: Adaptado, CBH (2015).</i></b> .....	37

**LISTA DE SIGLAS**

<b>ADASA</b>	–	Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
<b>ARM</b>	–	Armazenamento de água no solo
<b>BDMEP</b>	–	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
<b>CAD</b>	–	Capacidade de Água Disponível
<b>CAESB</b>	–	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
<b>CBH</b>	–	Comitês de Bacias Hidrográfica
<b>CRH</b>	–	Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal
<b>DEF</b>	–	Deficiência Hídrica
<b>DF</b>	–	Distrito Federal
<b>ETP</b>	–	Evapotranspiração Potencial
<b>ETR</b>	–	Evapotranspiração Real
<b>EXC</b>	–	Excedente Hídrico
<b>IBRAM</b>	–	Instituto Brasília Ambiental
<b>INMET</b>	–	Instituto Nacional de Meteorologia
<b>NOVACAP</b>	–	Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil
<b>OMM</b>	–	Organização Meteorológica Mundial
<b>PGIRH</b>	–	Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal
<b>PNRS</b>	–	Política Nacional de Resíduos Sólidos
<b>RIDE</b>	–	Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno
<b>SEMARH</b>	–	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal
<b>SLU</b>	–	Serviço Limpeza Urbana do Distrito Federal

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	viii
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE SIGLAS .....	x
1 - APRESENTAÇÃO GERAL .....	12
1.1. INTRODUÇÃO .....	12
1.2. OBJETIVOS .....	15
1.2.1. Objetivo Geral.....	15
1.2.2. Objetivos Específicos .....	15
1.3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2 – METODOLOGIA .....	21
2.1. ÁREA DE ESTUDO.....	21
2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	22
2.2.1. Aquisição dos dados .....	22
2.2.2. Banco de dados climatológicos .....	23
2.2.3. Cálculo dos índices .....	24
2.2.4. Calculo do Balanço Hídrico sequencial .....	24
2.2.5. Análise da Gestão hídrica no Distrito Federal .....	25
3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
4.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	47
REFERÊNCIAS .....	48

## **1 - APRESENTAÇÃO GERAL**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

A água é considerada um bem escasso e possui dificuldade no seu acesso, além disso os componentes clima e paisagem são capazes de alterar sua disponibilidade, qualidade e sustentabilidade no ecossistema (BARROS, 2008).

A gestão da água é, primeiramente, uma questão política que necessita de uma maior atenção por parte da humanidade. O segundo ponto importante diz respeito a informação, pois esse recurso é finito e apresenta um valor inestimável para a sobrevivência dos seres vivos (BOUGUERRA, 2004). Por isso, é preciso que a sociedade tenha domínio sobre a real situação dos recursos hídricos.

E bastante antiga a preocupação do homem com o quantitativo populacional que um determinado território é capaz de sustentar (MACHADO, 1999). Porém, grandes civilizações ao longo da história fracassaram no planejamento e controle do uso dos recursos hídricos, fato este que contribuiu para a falência dessas sociedades, em consequência do uso irracional, somado à falta de planejamento e gestão.

O Brasil é detentor de grande parte do volume de água doce do planeta, cerca de 12%, conforme a Agência Nacional de Águas (ANA, 2015). Conforme Machado (2003), essa situação é de certa forma privilegiada, já que um décimo de toda a água doce disponível no planeta está disponível ao consumo humano, irrigação e atividades industriais. Esse valioso bem está distribuído entre rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Mas, apesar da grande presença de reservas hídricas, o país passa por uma crise na oferta desse bem.

Essa crise ocorre em virtude da relação de oferta e demanda, pois as regiões com maior densidade demográfica não são as que mais tem acesso à água, segundo a ANA (2015). O distanciamento entre os centros urbanos e as fontes de água acaba dificultando e encarecendo o acesso ao recurso com a qualidade necessária e na quantidade suficiente para suprir as necessidades da sociedade.

Na crise hídrica que impactou a região Sudeste do país, houveram impactos significativos para toda a sociedade. Conforme a ANA (2015), tais impactos ocorreram principalmente na região metropolitana de São Paulo, onde ficou em evidência as consequências dessa crise com a necessidade do racionamento.

Essa situação de escassez mudou os hábitos da sociedade metropolitana, influenciou na economia da região, bem como influenciou na compreensão da importância das ações de planejamento e gestão hídrica sustentável.

Assim como São Paulo, a capital do país também se caracteriza como uma área metropolitana, sendo assim, enfrenta problemas semelhantes a outras grandes cidades (abastecimento de água, crescimento populacional nos centros urbanos, ocupação desordenada, dentre outros).

Falar de desenvolvimento sustentável nessas metrópoles implica no equilíbrio entre fatores sociais, econômicos e ambientais, que devem coexistir, respeitando a capacidade de suporte desses territórios. Ou seja, a sustentabilidade local se constitui por uma relação sinérgica entre diversos fatores.

Dentre esses fatores, ressalta-se a gestão dos recursos hídricos, como pressuposto necessário à continuidade das atividades econômicas e subsistência das populações humanas, além é claro, da manutenção da biodiversidade local.

Um exemplo da importância da gestão hídrica pode ser observado na Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESECAE), situada na Região Administrativa de Planaltina - Distrito Federal (DF). Nessa unidade de conservação as águas de uma mesma nascente escoam em direções opostas, formando a Bacia do Tocantins-Araguaia e a Bacia Platina. Nesse caso, as consequências das ações podem ter impacto nacional, indo muito além do local onde ocorrem.

Um dos pontos essenciais da pesquisa, diz respeito à legislação relacionada aos recursos hídricos, que é considerada aquela que define diretrizes, definições, institui planos de ação ou responsabilidades que visam proteção, manutenção e gestão da água.

A Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, trouxe em seus fundamentos que a gestão das águas deve ser compartilhada e sempre proporcionar seu uso múltiplo.

O DF compõe a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno (RIDE-DF). Esta região foi criada pela Lei Complementar n.º 94/1998, e regulamentada pelo Decreto n.º 7.469/2011. A RIDE tem como objetivo a articulação da União, dos Estados de Goiás, Minas Gerais e do Distrito Federal, e Municípios, visando uma melhoria de alguns aspectos, tais como:

- Proteção ao meio ambiente e controle da poluição ambiental;
- Aproveitamento de recursos hídricos e minerais;

- Uso, parcelamento e ocupação do solo;
- Saneamento básico, em especial o abastecimento de água, a coleta e o tratamento de esgoto e o serviço de limpeza pública; e
- Produção agropecuária e abastecimento alimentar.

Dentre esses aspectos, os recursos hídricos apresentam uma importância significativa, sendo essenciais para o desenvolvimento de atividades ligadas ao agronegócio, à indústria, ao comércio e às demais atividades da sociedade.

Para Zalauf (2000), é possível observar um certo descaso por parte do governo e da população de um modo geral, que dificilmente se preocupam adequadamente com o manejo da água. Segundo o autor, é comum nos depararmos com rios poluídos sem que haja mudança dos comportamentos ou efetividade das políticas públicas.

O saneamento básico é composto por três grandes vertentes: água, esgoto e resíduos. A parte relacionada à água envolve as atividades de captação, tratamento e distribuição dos recursos hídricos. Já na parte dos resíduos, envolve-se aquelas ações de coleta, destinação e disposição dos resíduos. Por último, os esgotos englobam a coleta e tratamentos dos efluentes líquidos, além da drenagem urbana. Tendo em vista essas informações, nota-se que o saneamento está diretamente relacionado à qualidade dos recursos hídricos.

Por isso, uma análise desse tema deve considerar o saneamento básico como pré-requisito para a eficiência da gestão hídrica. Já do ponto de vista gerencial, é necessário ter clareza na relação de oferta e demanda dos recursos hídricos, portanto, se faz necessário conhecer a disponibilidade de água.

O balanço hídrico é a técnica de determinação da disponibilidade de água de uma dada região. Consiste em contabilizar a evapotranspiração em relação à precipitação, considerando uma determinada capacidade de armazenamento de água no solo (OLIVEIRA et al., 2007).

As estações meteorológicas convencionais são compostas de vários sensores isolados que registram continuamente os parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento e etc.), que são lidos e anotados por um observador a cada intervalo e este os envia a um centro coletor por um meio de comunicação qualquer (INMET, 2015). Com esses parâmetros meteorológicos é possível calcular o balanço hídrico.

No atual cenário de incertezas do ponto de vista da segurança na oferta hídrica destaca a importância do planejamento estratégico voltado ao tema, no qual possibilite minimizar os impactos causados pelo adensamento populacional do Distrito Federal.

A presente pesquisa visa contribuir com a gestão dos recursos hídricos analisando aspectos que contribuem para uma gestão ambiental que possibilite a sustentabilidade dos recursos hídricos no Distrito Federal.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivo Geral**

- Analisar dados meteorológicos do Distrito Federal na gestão dos recursos hídricos no período de 1984-2014.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Gerar o balanço hídrico sequencial do Distrito Federal para os anos de 1984, 1994, 2004 e 2014.
- Relacionar o balanço hídrico do Distrito Federal com os aspectos de gestão.
- Avaliar os componentes que influenciam a gestão hídrica no Distrito Federal.

## **1.3. REFERENCIAL TEÓRICO**

O balanço hídrico permite retratar as peculiaridades das grandezas comparadas, fornecendo subsídio à gestão integrada dos recursos hídricos, podendo inclusive ser utilizado como indicativo dos conflitos hídricos atuais e futuros (PGIRH, 2012).

Conforme Tundisi (2008), as alterações climáticas podem promover inúmeras mudanças na disponibilidade dos recursos hídricos e na saúde da humanidade, pois elas impactam diretamente no ciclo hidrológico, assim como na quantidade e qualidade da água que é ofertada.

As variações pluviométricas totais mensais e anuais das chuvas são decorrentes do comportamento da circulação atmosférica regional ao longo do ano, em conjunto com fatores geográficos locais ou regionais (PEREIRA et al., 2002).

Uma das formas de realizar o cálculo do balanço hídrico é o balanço hídrico sequencial. Nele são utilizados dados diários com a evapotranspiração potencial de referência, obtida por meio do método de Balanço Hídrico Sequencial de Thornthwaite & Mather (1955). Graças aos avanços científicos dessa metodologia, é possível estabelecer um acompanhamento sistemático da disponibilidade hídrica.

Para uma maior difusão da metodologia do Balanço Hídrico Sequencial, Rolim, Sentelhas e Barbieri (1998) desenvolveram programas em planilhas eletrônicas, que são capazes de fornecer as informações do balanço hídrico da área estudada com grande facilidade de operacionalização e obtenção dos resultados.

Como resultado, o programa apresenta as estimativas da evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC), na escala decêndial (10 dias). A evapotranspiração potencial representa a chuva teoricamente necessária para não faltar nem sobrar água no solo (CAMARGO e SENTELHAS, 1997).

A crise da água é uma crise de gestão, muito além que simplesmente um problema ligado à escassez ou contaminação (REBOUÇAS et al, 2006). Segundo Tundisi (2006) é fundamental que haja uma integração entre o conhecimento científico adquirido e o gerenciamento, de forma efetiva, para que seja possível uma mudança significativa no atual cenário.

Os principais problemas e processos causadores da crise hídrica, conforme Tundisi et al (2008) são: a intensa urbanização, os problemas na infraestrutura de saneamento, o estresse hídrico e a escassez em eventos hidrológicos extremos e a inexistência de articulação das ações de governabilidade voltada aos recursos hídricos.

Apesar da Lei nº 9.433/97 (BRASIL, 1997) dizer que a gestão da água deve atribuir valor econômico à água e considerar as bacias hidrográficas como ambiente de gestão, conforme Barbosa et al. (2003), percebe-se que o cenário de planejamento e gestão da água é completamente distante desta perspectiva.

A cobrança pelo uso da água é considerada por Yassuda (1993) um dos instrumentos de gestão mais eficazes, quando são exigidos na região investimentos para manutenção do equilíbrio entre a oferta e a demanda.

Segundo Barbosa et al. (2003), no Brasil com o aumento dos efeitos da degradação ambiental sobre a disponibilidade de recursos hídricos, surge um movimento de estruturação voltada à gestão integrada nas bacias hidrográficas.

É preciso considerar duas dimensões no gerenciamento da oferta da água, conforme Muñoz (2000), que são a quantidade e a qualidade. Além disso, seu gerenciamento deve ocorrer de forma articulada, já que um afeta diretamente o outro. O usuário de um recurso, na medida em que ele se torne escasso, procurará geri-lo para seu próprio proveito.

Dentre as atividades antrópicas, a produção agrícola é a responsável pela maior demanda dos recursos hídricos. O consumo de água na produção agrícola do DF, ainda não afeta o abastecimento urbano (CARNEIRO et al, 2007). Porém, por demandar grandes quantidades de água, essas atividades agrícolas exigem ações efetivas, que possibilitem a preservação do potencial hídrico.

Uma forma eficaz de ter o controle desse consumo é a gestão das outorgas de uso dos recursos hídricos. A outorga de um recurso cuja disponibilidade é aleatória, como é o caso da água, tem o fato complicador de não se saber quanto estará disponível em determinado período e em dado local (MUÑOZ, 2000).

Portanto, para minimizar a incerteza da disponibilidade hídrica é preciso investir em monitoramento contínuo, com divulgação periódica das informações, além do desenvolvimento de melhorias no sistema de gestão, incluindo ações preventivas e planejamento de longo prazo.

O marco regulatório é composto por um conjunto de leis, decretos, normas ou resoluções, de diversas instituições, mas que apresentam uma finalidade em comum ou versam sobre um mesmo assunto. É fundamental conhecer essa legislação, vislumbrando alcançar a melhor compreensão da gestão aplicada ao tema. São apresentados nessas normativas os princípios e instrumentos que norteiam todas as atividades relacionadas e que influenciam consideravelmente na construção da governança sustentável da água.

Destacam-se como as principais legislações, em âmbito Nacional:

- **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997** - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências (BRASIL, 1997).
- **Decreto nº 4.613, de 11 de março de 2003** - Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências (BRASIL, 2003).
- **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007** - Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências (BRASIL, 2007).
- **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010** - Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências (BRASIL, 2010a).

Já na escala local, no Distrito Federal destacam-se:

- **Lei nº 2.725, de 13 de junho de 2001** - Institui a Política de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal (BRASÍLIA, 2001a).
- **Decreto nº 22.356, de 31 de agosto de 2001** - Regulamenta o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Distrito Federal, e dá outras providências (BRASÍLIA, 2001b).
- **Resolução nº 02, 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 (BRASÍLIA, 2014).

Além das leis citadas anteriormente, existem também legislações que não atuam diretamente com tema recursos hídricos, mas desempenham papel fundamental para a gestão desse bem. Dentre elas destacam-se:

- **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010** - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências (BRASIL, 2010b).
- **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010** - Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências (BRASIL, 2010c).
- **Lei Complementar n.º 94, de 19 de fevereiro de 1998** - Autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno - RIDE e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal, e dá outras providências (BRASIL, 1998).
- **Decreto nº 7.469, de 4 de maio de 2011** - Regulamenta a Lei Complementar no 94, de 19 de fevereiro de 1998, que autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno - RIDE e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal (BRASIL, 2011).

Tais legislações, ao serem aplicadas de forma efetiva, auxiliam na obtenção de ganhos significativos para o equilíbrio ambiental. Ou seja, uma política de apoio ao saneamento desenvolvida no âmbito da RIDE impacta diretamente sobre a gestão hídrica. O mesmo vale para o cumprimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Além disso, é nítida a necessidade do desenvolvimento em conjunto de todas essas legislações, de forma eficaz, para que haja de fato a gestão ambiental dos recursos hídricos, e a partir daí surjam melhorias significativas.

É possível elencar dois instrumentos interdependentes e integrados na gestão dos recursos hídricos no Distrito Federal. São o:

- Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal – PGIRH; e
- Enquadramento dos cursos d'água;

Além dos instrumentos, a gestão hídrica ocorre em diferentes esferas da sociedade, com envolvimento dos usuários, setor empresarial e setor governamental. Na esfera governamental distrital, os atores que aparecem com maior influência sobre o tema recursos hídricos, são o (a):

- Comitê de Bacias Hidrográfica – CBH;
- Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal – CRH;
- Agência de Bacia;
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal – SEMARH;
- Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA;
- Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB; e
- Serviço de Limpeza Urbana – SLU.

Comitês de bacias hidrográficas, segundo Rocha (1998), são como colegiados democráticos. Os comitês são constituídos por representantes de diversas esferas da sociedade (governo estadual e municipal e sociedade civil).

Os Comitês de Bacias Hidrográfica – CBH, integram o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. O seu papel na Política de Recursos Hídricos foi definido na Lei Distrital nº 2.725, de 13 de junho de 2001, que institui a Política de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal.

Uma das atribuições do CBH é o enquadramento dos recursos hídricos. Segundo a Resolução Conama 357, de 17 de março de 2005, as águas doces são classificadas

em 5 (cinco) categorias: Especial, e as classes 1, 2 3 e 4. Essa classificação diz respeito a qualidade e seus potenciais usos, na qual a classe especial apresenta a melhor qualidade, destinando-se principalmente à manutenção do equilíbrio ambiental das comunidades aquáticas (CONAMA, 2005). Ou seja, conforme a classe aumenta, ocorre a perda da qualidade, sendo portanto, inversamente proporcional.

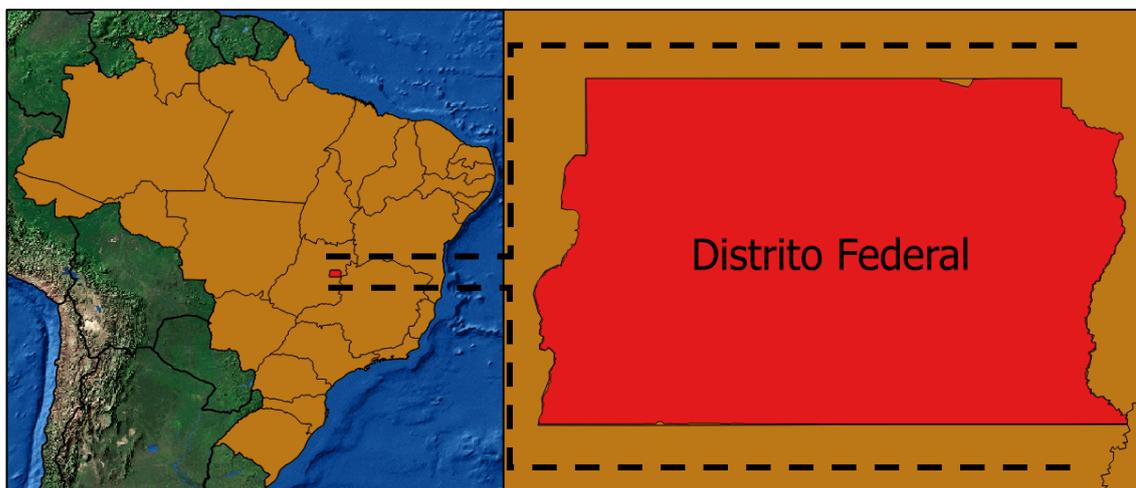
Outro integrante do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos é o Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal – CRH, que foi definido na Lei Distrital nº 2.725/2001. Compete ao CRH analisar propostas de alteração da legislação, aprovar a instituição dos comitês, além de promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos nacional, regional, estaduais e dos setores dos usuários (Lei Distrital Nº 2.725/2001).

Por fim, o gerenciamento hídrico deve considerar também a dimensão social e econômica que a água representa, estabelecendo corretamente as diretrizes, os objetivos e os mecanismo que possibilitem o desenvolvimento de uma política ambiental capaz de assegurar a proteção hídrica.

## 2 – METODOLOGIA

### 2.1. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange o Distrito Federal – DF (**Figura 1**). A região está localizada no Cerrado.



**Figura 1** – Limites geográficos do Distrito Federal, que é a área de estudo. Fonte: Autoria Própria.

Segundo o IBGE (2015), o Distrito Federal apresenta uma área de 5.779,9 km<sup>2</sup> e uma população de aproximadamente 2.914.830 habitantes. É considerada região de terras altas que serve como dispersora da drenagem que flue para três importantes bacias fluviais do Brasil: Prata, Araguaia-Tocantins e São Francisco (IBRAM, 2012).

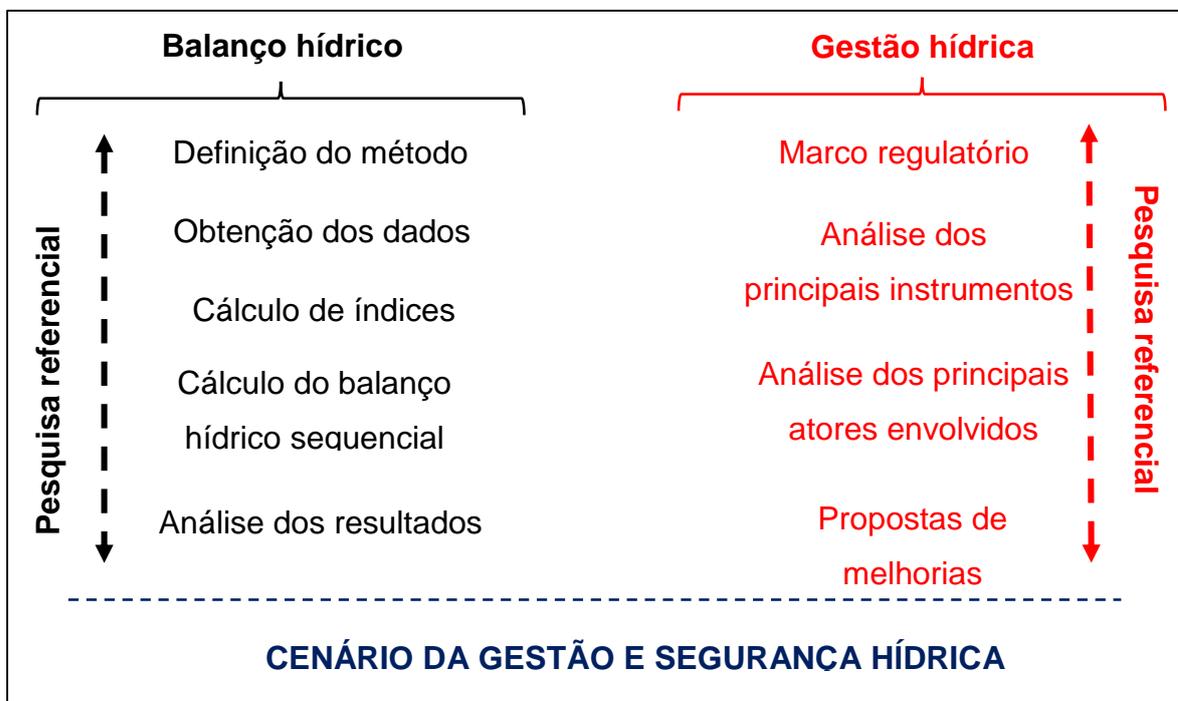
A hidrografia do DF apresenta uma diversidade de mananciais, nascentes e pequenos cursos d'água (IBRAM, 2014), que, em razão da pluviometria, estrutura geológica, geomorfologia e vegetação dominante, acaba formando um gigantesco rendilhado por onde escoam, anualmente, quase dez bilhões de metros cúbicos de água.

A região tem o relevo formado principalmente por chapadas e dissecções intermediárias (IBRAM, 2014). As Chapadas ocupam cerca de 34% da área do DF e são caracterizadas por topografia plana a suavemente ondulada, acima da cota de 1000 m. As coberturas são formadas principalmente por couças lateríticas, latossolos vermelhos e vermelhos-amarelos.

O clima do DF é típico do Cerrado, com características de clima AW segundo a classificação de Köppen-Geiger (SETZER, 1966).

## 2.2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa desenvolveu-se objetivando o cálculo do balanço hídrico e o panorama da gestão hídrica do Distrito Federal (**Figura 2**).



**Figura 2** – Roteiro metodológico aplicado na pesquisa do balanço e da gestão hídrica do DF.

O balanço hídrico é a técnica de determinação da disponibilidade de água de uma região estudada. A metodologia de Thornthwaite & Mather (1955) utiliza dados diários com a evapotranspiração potencial de referência por meio do método de Balanço Hídrico Sequencial. Para isso, é preciso contabilizar a evapotranspiração em relação à precipitação, considerando-se uma determinada capacidade de armazenamento de água no solo.

### 2.2.1. Aquisição dos dados

As variáveis climatológicas temperatura e precipitação foram obtidas no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

A escolha do BDMEP se deu pelo fato de ocorrer sistematicamente o levantamento de dados na região analisada, apresentando os dados históricos correspondentes ao período dos últimos 30 anos (01/01/1984 à 31/12/2014).

No BDMEP foram localizadas as estações meteorológicas Brasília e Roncador. Porém a estação do Roncador foi descartada pelo fato de ter iniciado sua operação somente em 1994, não abrangendo o período de amostragem. Portanto, os dados foram obtidos da estação de monitoramento meteorológico convencional Brasília (OMM 83377), localizada na Região Administrativa XXII – Sudoeste.

As variáveis disponibilizadas no BDMEP são: precipitação (mm), temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), insolação (horas), evaporação do Piche (mm), temperatura compensada média (°C), umidade relativa média (%). Dentre elas, foram selecionadas apenas a precipitação e temperatura compensada média. Todos esses dados obtidos no BDMEP foram exportados e tabulados em planilhas.

## 2.2.2. Banco de dados climatológicos

Os meses foram subdivididos em decêndios, períodos de 10 (dez) dias, com duas exceções. A primeira exceção foi nos terceiros períodos dos meses de fevereiro, que têm 9 (nove) ou 8 (oito) dias, dependendo se o ano for bissexto ou não, respectivamente. Já a segunda exceção ocorreu nos meses com 31 (trinta e um) dias, onde o terceiro período apresentou 11 (onze) dias.

Os decêndios foram representados pela letra inicial do mês, acrescido do período correspondente em cada mês (**Tabela 1**). Como os meses são apresentados na ordem, não foi necessário diferenciar os meses com letras semelhantes.

**Tabela 1** - Divisão dos meses em decêndios (período de 10 dias consecutivos).

MÊS	DECÊNDIO			MÊS	DECÊNDIO		
Janeiro	J1	J2	J3	Julho	J1	J2	J3
Fevereiro	F1	F2	F3	Agosto	A1	A2	A3
Março	M1	M2	M3	Setembro	S1	S2	S3
Abril	A1	A2	A3	Outubro	O1	O2	O3
Maiο	M1	M2	M3	Novembro	N1	N2	N3
Junho	J1	J2	J3	Dezembro	D1	D2	D3

Foram calculados os somatórios da precipitação e temperatura média em cada decêndio, para os anos de 1984, 1994, 2004 e 2014, que foram tabulados em planilhas eletrônicas.

### **2.2.3. Cálculo dos índices**

Foi utilizado o programa BHnorm versão 4.0 para a obtenção de dois índices, que são o índice térmico anual (I), também chamado de índice de calor anual e a constante local (a) que varia conforme a latitude do local analisado. Esse programa foi elaborado por Rolim et al. (1998).

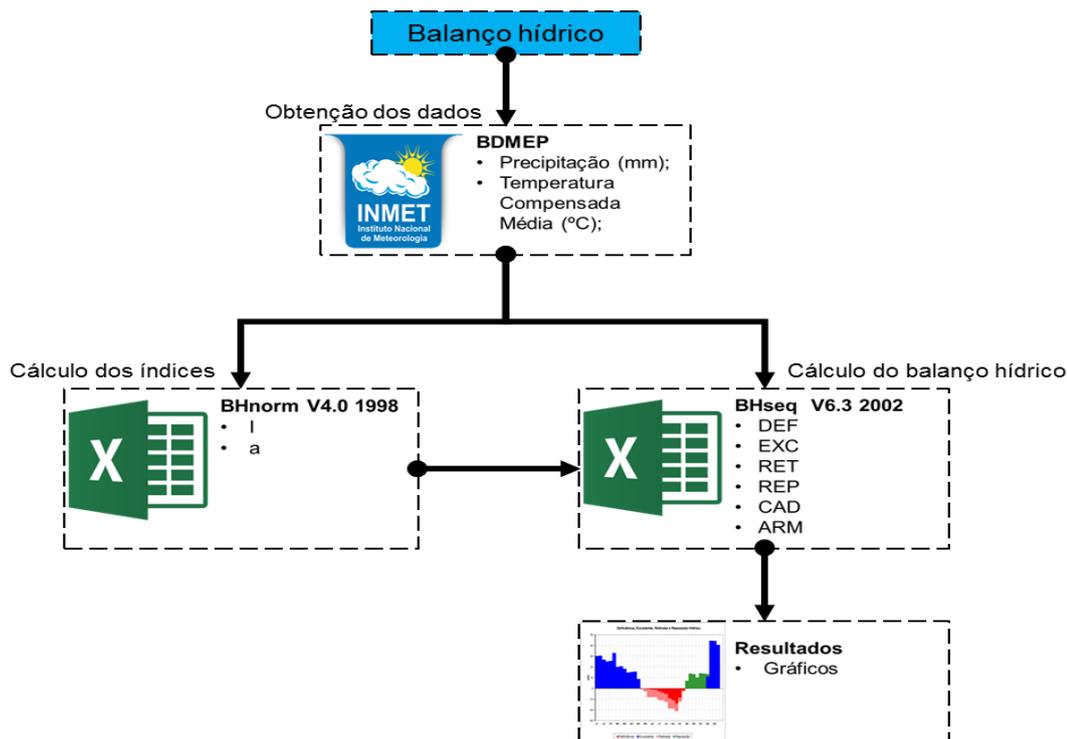
O banco de dados climatológicos foi exportado para o programa BHnorm e os índices foram calculados obtidos.

### **2.2.4. Cálculo do Balanço Hídrico sequencial**

O balanço hídrico sequencial foi calculado em planilha eletrônica, no programa BHseq (versão 6.3), elaborado por Rolim e Sentelhas (2002) para essa finalidade, adotando-se o método de Thornthwaite & Mather (1955).

Utilizou-se a capacidade de água disponível (CAD) de 100mm. Além disso, foram considerados no cálculo do balanço hídrico sequencial os índices índice de calor anual (I) e a constante que varia de local para local (a) obtidos no BHnorm versão 4.0 (**Figura 3**).

Os principais resultados obtidos no programa BHseq são: Extrato do Balanço Hídrico, Balanço Hídrico, Armazenamento de Água e Representação completa do Balanço Hídrico. Esses resultados foram comparados em relação aos mesmos períodos em diferentes anos, de modo a alcançar um prognóstico da dinâmica de variação hídrica ao longo do tempo.



**Figura 3** - Metodologia de cálculo do balanço hídrico no programa BHseq.

### 2.2.5. Análise da Gestão hídrica no Distrito Federal

Em complemento ao balanço hídrico, constatou-se a necessidade de apresentação dos mecanismos utilizados na gestão hídrica, assim como o estudo das interfaces entre as instituições envolvidas com a temática.

Neste sentido, foram discutidas as questões consideradas mais relevantes ao desenvolvimento adequado da governança e gestão dos recursos hídricos.

Foi realizada pesquisa bibliográfica de leis, decretos, portarias, planos e programas aplicados na gestão hídrica do Distrito Federal, assim como nos regimentos internos e relatórios anuais dos órgãos correlatos.

Além disso, foram levantadas pesquisas, monografias, teses e demais documentos acadêmicos relacionados ao tema, que pudessem auxiliar na compreensão do tema e proposição de melhorias.

Com esse levantamento, foi possível realizar uma análise do marco regulatório, das funções dos principais instrumentos, do papel exercido pelos diferentes atores envolvidos e ao final foram elencadas propostas de melhorias.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do balanço hídrico sequencial, obtidos no programa BHseq foram 4 gráficos para cada ano, que representam as três décadas pesquisadas (1984, 1994, 2004 e 2014) no Distrito Federal. Esses resultados são: o extrato do balanço hídrico (**Figura 4**), o balanço hídrico (**Figura 5**), a variação do armazenamento de água (**Figura 6**) e a representação completa do balanço hídrico (**Figura 7**).

As representações gráficas mostram como se deu a dinâmica de entrada e saída de água do solo, tendo como indicadores: precipitação (mm) e temperatura compensada média (°C).

O extrato do balanço hídrico do Distrito Federal (**Figura 4**) para os anos de 1984, 1994, 2004 e 2014, apresenta o excedente hídrico – EXC e a deficiência hídrica – DEF (-1) em destaque nas cores azul e vermelho, respectivamente.

No eixo x dos gráficos, são representados os meses, na forma de decêndios (períodos de 10 dias consecutivos). Portanto, o mês de Janeiro aparece como J1 (do 1° ao 10° dia), J2 (do 11° ao 20° dia) e J3 (do 21° ao último dia). Os demais meses seguiram o mesmo princípio.

É possível perceber um padrão da distribuição dos períodos de chuva e seca, que acabam confirmando uma tendência climática do Cerrado, de apresentar duas estações bem definidas, conforme as normais climatológicas dessa região.

Os três primeiros meses do ano costumam apresentar precipitação elevada, o que acaba contribuindo para o alto valor do excedente hídrico expresso no extrato do balanço hídrico. Ao ponto que as chuvas vão diminuindo, bem como pelo fato da temperatura se elevar durante o segundo e terceiro trimestre, surgindo os períodos de estiagem.

O extrato do balanço hídrico mostra que houve no período estudado ampliação dos volumes de chuvas e intensificação das épocas secas (Figura 4). Ou seja, chove mais em períodos menores do ano, afetando tanto nos períodos de excedente, quanto nos períodos de deficiência.

De um modo geral, a diminuição dos estoques hídricos ocorreu geralmente entre o segundo e o terceiro trimestre, entre os meses de abril e setembro e podendo se estender por outubro até novembro, como foi o caso em 1994 e 2004 (**Figura 4**).

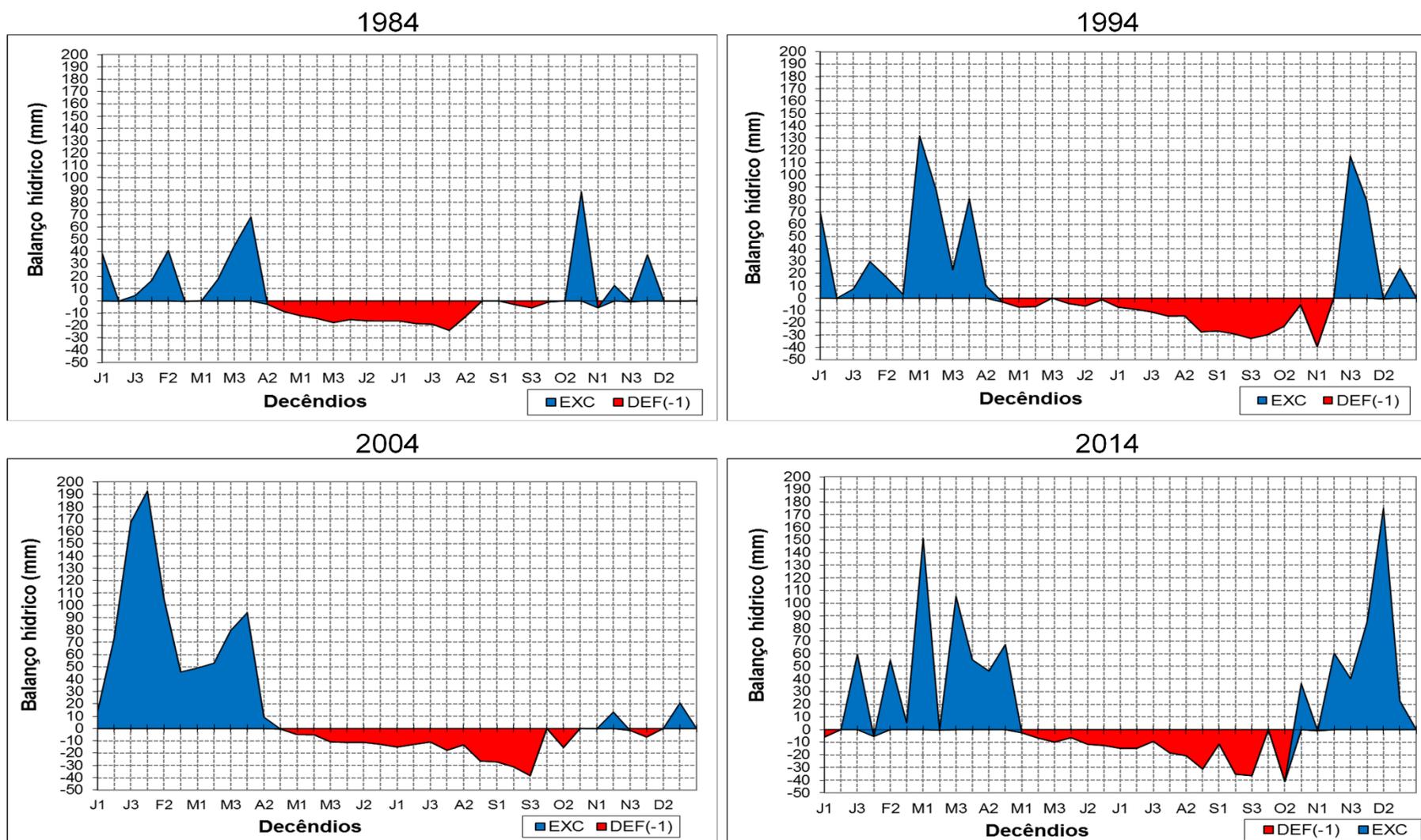


Figura 4 – Extrato do Balço Hídrico na estação Brasília, nas décadas subsequentes à 1984.

Junto com a seca surgem uma série de problemas e complicadores para a gestão hídrica. Um dos exemplos é o impacto na capacidade de autodepuração dos cursos d'água. A autodepuração é a capacidade do próprio córrego, rio e lagoa de assimilar um contaminante e retornar ao equilíbrio ecossistêmico.

Porém, com o cerceamento da precipitação, existe a tendência que o volume de água no solo diminua e, conseqüentemente, ocorre a redução da capacidade de autodepuração. Ou seja, esse corpo hídrico passa à ser mais suscetível a contaminação nos meses secos, diferentemente dos períodos chuvosos.

O mesmo pode ocorrer com o lançamento de resíduos, lixiviação de chorume, processo de eutrofização, contaminação por agentes químicos e demais fontes de poluentes e contaminantes. Apesar disso, a vazão não é garantia de proteção desses recursos hídricos.

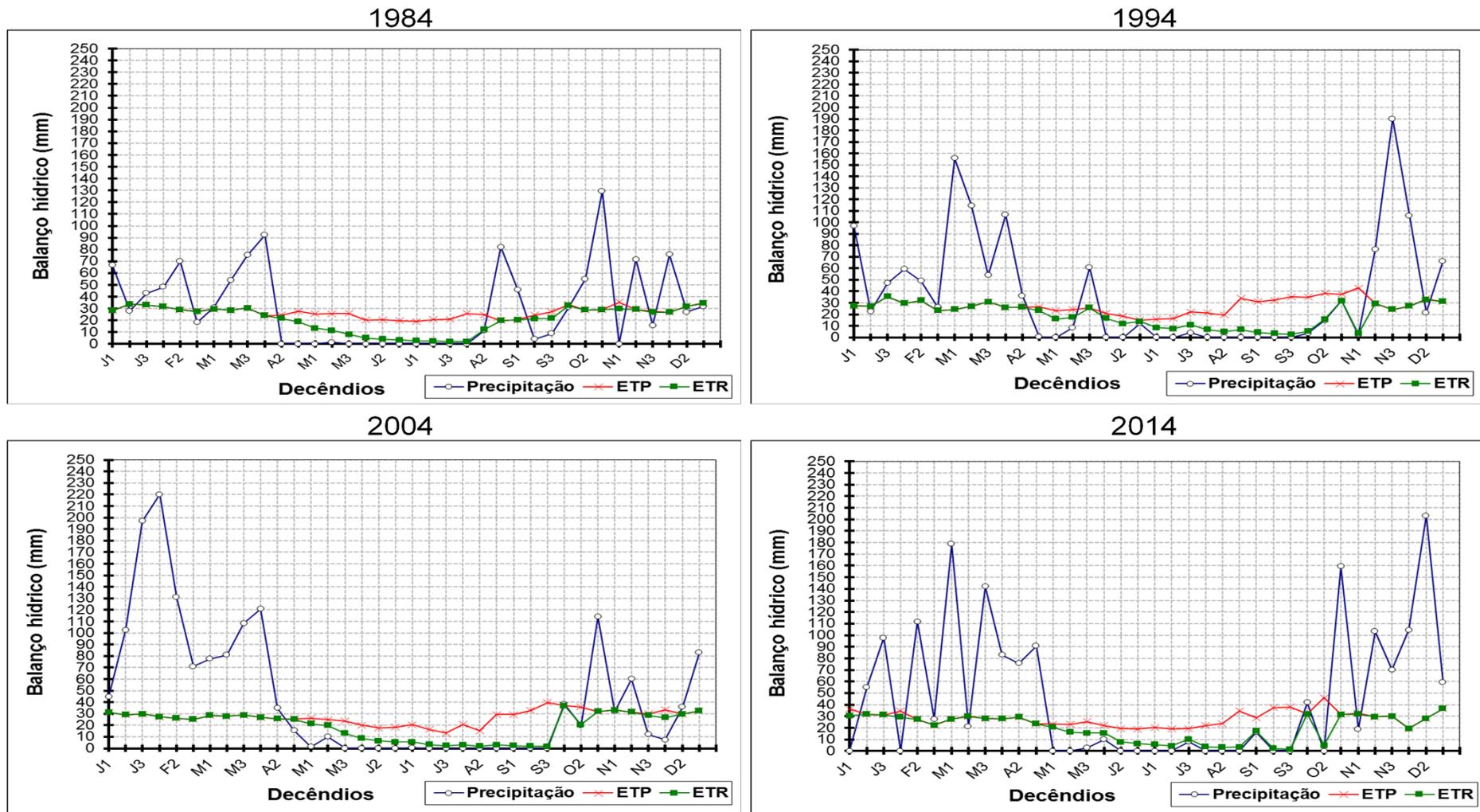
No ano de 2004, houve um destaque no extrato hídrico, pois o mesmo apresentou um volume atípico comparado com os demais anos, sendo que o excedente hídrico destacou-se pela concentração nos quatro meses iniciais, refletindo em longo período de estresse hídrico nos demais meses. É possível inferir que ao longo do tempo os eventos hidrológicos adquiriram características de concentração, com intensificação desse fenômeno nas décadas subsequentes (**Figura 4**).

Portanto, ocorrem períodos concentrados com excedentes hídricos cada vez densos, sucedidos de longos períodos de deficiência hídrica, que se intensificam ano após ano.

Nos gráficos de balanço hídrico para os decênios estudados (**Figura 5**), são apresentadas as dinâmicas de precipitação nos diferentes anos, assim como a evapotranspiração potencial e real nas linhas azul, vermelha e verde, respectivamente.

Nos meses úmidos a precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP) são positivas, indicando chuva excessiva, enquanto que nos meses secos P-ETP são negativas, representando perda potencial de água.

De abril até agosto de 1984 não houve precipitação, constituindo o período de estiagem, com a diminuição da evapotranspiração real. Nesse mesmo ano, a precipitação teve em novembro o maior volume de chuvas, 125 mm, conforme os dados do BDMEP.



**Figura 5** – Balanço hídrico dos decênios entre 1984 e 2014, na qual são apresentadas as médias de precipitação, evapotranspiração potencial (ETP) e as estimativas da evapotranspiração real (ETR) para cada período de dez dias ao longo do ano na estação Brasília.

Nota-se que de 1984 a 2014 houve aumento no volume total de precipitação como o passar dos anos, um crescimento de cerca de 50% do volume total. Pois em 1984 foram registrados na estação de monitoramento meteorológico Brasília 1.118 mm de precipitação, já nas décadas seguintes foram registrados 1.367, 1.619 e 1.680 mm, respectivamente (**Tabela 2**).

O balanço hídrico mostra que o período de estiagem no ano de 2004 durou 5 meses, entre o primeiro decêndio de junho e o último do mês de setembro. Nesse período foi registrado somente 0,5 mm de precipitação no início de julho, na estação de monitoramento meteorológico convencional Brasília (**Tabela 2**). Já a precipitação neste mesmo ano, teve seu ápice registrado ao longo do mês de fevereiro, alcançando volumes maiores que 422 mm de chuvas. Esse fenômeno estendeu-se durante os quatro primeiros meses do ano com volume maior que 50 mm.

Com o passar dos anos, o clima passou a ter eventos hidrológicos extremos, com volumes de chuvas cada vez mais elevados, seguidos de longos períodos de seca, e conseqüente aumento do risco de escassez.

A explicação dessa mudança ocorre devido aos efeitos causados pelo El Niño e La Niña. Como nos anos de 1994 e 2004 houve o enfraquecimento dos ventos alísios, gerando efeitos moderados do El Niño (CPTEC, 2015). Com isso as chuvas da massa equatorial continental se deslocam para o sul, refletindo no aumento da temperatura média e das chuvas no centro-sul do país. Ao contrário desse evento, segundo o CPTEC (2015), o ano de 1984 apresentou intensificação dos ventos alísios, classificada como um evento fraco do La Niña.

Com essas mudanças da circulação atmosférica é possível comprometer o ciclo hidrológico, influenciando na oferta da água para as populações.

O desafio posto é: Como fazer o uso sustentável do recurso hídrico nesse cenário, assegurando sua conservação sem comprometer o meio ambiente, a sociedade ou a economia? A resposta dessa pergunta é complexa, mas em resumo é preciso ter clareza das informações provenientes dos monitoramentos, além disso é necessário considerar a ocorrência desses períodos críticos, para um planejamento realístico.

Tabela 2 - Dados do balanço hídrico do Distrito Federal para os anos de 1984, 1994, 2004 e 2014.

Decêndio	P				ETP				ETR				EXC				DEF				RET				REP						
	mm				Thorntwaite 1948				mm				mm				mm				mm				mm						
	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004	2014	1984	1994	2004
J1	66,70	97,00	44,90	0,00	28,30	27,32	31,18	36,36	28,30	27,32	31,18	30,49	38,4	69,7	13,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,9	0,0	0,0	0,0	-30,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
J2	28,00	22,60	102,40	55,20	33,85	26,98	28,96	31,63	33,68	26,88	28,96	31,63	0,0	0,0	73,4	0,0	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-5,7	-4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	23,6	
J3	43,10	47,20	197,10	97,80	33,04	35,38	29,71	31,34	33,04	35,38	29,71	31,34	4,4	7,5	167,4	59,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,7	4,3	0,0	6,9			
F1	48,30	59,40	220,20	0,00	31,61	29,69	27,36	34,64	31,61	29,69	27,36	29,28	16,7	29,7	192,8	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,4	0,0	0,0	0,0	-29,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
F2	70,00	49,10	131,00	111,70	28,92	32,17	26,02	27,43	28,92	32,17	26,02	27,43	41,1	16,9	105,0	55,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,3		
F3	18,40	26,30	71,10	27,50	27,82	23,19	25,22	22,19	27,39	23,19	25,22	22,19	0,0	3,1	45,9	5,3	-0,4	0,0	0,0	0,0	-9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
M1	30,90	155,90	77,60	178,80	29,59	24,15	28,48	27,69	29,59	24,15	28,48	27,69	0,0	131,8	49,1	151,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0		
M2	53,80	114,60	80,90	21,10	28,65	26,96	27,87	30,08	28,65	26,96	27,87	29,69	17,5	87,6	53,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,4	0,0	0,0	0,0	-8,6	7,7	0,0	0,0	0,0	0,0		
M3	75,20	53,90	108,30	142,00	30,34	30,85	28,82	28,02	30,34	30,85	28,82	28,02	44,9	23,0	79,5	105,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,6		
A1	92,20	106,50	120,90	83,00	23,97	25,94	26,87	27,80	23,97	25,94	26,87	27,80	68,2	80,6	94,0	55,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
A2	0,00	36,30	34,80	75,60	24,43	26,21	25,57	29,27	21,67	26,21	25,57	29,27	0,0	10,1	9,2	46,3	-2,8	0,0	0,0	0,0	-21,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
A3	0,00	0,30	15,50	90,70	27,59	26,34	25,52	23,37	18,88	23,22	25,03	23,37	0,0	0,0	0,0	67,3	-8,7	-3,1	-0,5	0,0	-18,9	-22,9	-9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
M1	0,00	0,00	1,30	0,00	25,45	23,36	26,12	23,18	13,36	16,05	21,18	20,69	0,0	0,0	0,0	0,0	-12,1	-7,3	-4,9	-2,5	-13,4	-16,1	-19,9	-20,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
M2	1,60	8,50	10,20	0,00	25,77	24,28	24,90	23,05	11,49	17,41	19,85	16,32	0,0	0,0	0,0	0,0	-14,3	-6,9	-5,1	-6,7	-9,9	-8,9	-9,6	-16,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
M3	0,00	60,90	0,10	2,80	25,91	25,75	23,79	25,48	8,26	25,75	12,95	15,58	0,0	0,0	0,0	0,0	-17,6	0,0	-10,8	-9,9	-8,3	0,0	-12,9	-12,8	0,0	35,2	0,0	0,0	0,0		
J1	0,00	0,00	0,00	9,90	20,33	20,82	20,05	21,92	5,14	16,40	8,73	15,59	0,0	0,0	0,0	0,0	-15,2	-4,4	-11,3	-6,3	-5,1	-16,4	-8,7	-5,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
J2	0,00	0,00	0,00	0,00	20,39	18,35	17,62	19,48	4,20	11,88	6,36	7,88	0,0	0,0	0,0	0,0	-16,2	-6,5	-11,3	-11,6	-4,2	-11,9	-6,4	-7,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
J3	0,00	12,00	0,00	0,00	19,71	15,04	18,40	18,85	3,33	13,77	5,54	6,29	0,0	0,0	0,0	0,0	-16,4	-1,3	-12,9	-12,6	-3,3	-1,8	-5,5	-6,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
J1	0,00	0,00	0,50	0,00	19,00	15,71	20,54	20,42	2,64	8,32	5,48	5,60	0,0	0,0	0,0	0,0	-16,4	-7,4	-15,1	-14,8	-2,6	-8,3	-5,0	-5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
J2	0,00	0,00	0,00	0,00	20,81	16,40	16,34	19,04	2,37	7,40	3,39	4,29	0,0	0,0	0,0	0,0	-18,4	-9,0	-13,0	-14,7	-2,4	-7,4	-3,4	-4,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
J3	0,00	4,00	0,00	7,90	20,97	22,07	13,34	19,45	1,94	10,86	2,38	10,13	0,0	0,0	0,0	0,0	-19,0	-11,2	-11,0	-9,3	-1,9	-6,9	-2,4	-2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
A1	0,00	0,00	0,00	0,00	25,88	21,24	20,80	21,97	1,90	6,63	3,13	3,59	0,0	0,0	0,0	0,0	-24,0	-14,6	-17,7	-18,4	-1,9	-6,6	-3,1	-3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
A2	11,30	0,00	0,00	0,00	24,79	19,36	15,21	23,70	12,11	4,93	1,91	3,09	0,0	0,0	0,0	0,0	-12,7	-14,4	-13,3	-20,6	-0,8	-4,9	-1,9	-3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
A3	82,00	0,00	0,00	0,00	19,88	34,00	29,31	34,53	19,88	6,65	2,96	3,37	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-27,3	-26,4	-31,2	0,0	-6,7	-3,0	-3,4	62,1	0,0	0,0	0,0	0,0		
S1	46,00	0,00	0,00	16,20	20,37	31,09	29,36	28,61	20,37	4,39	2,21	17,15	0,0	0,0	0,0	0,0	28,0	-26,7	-27,2	-11,5	0,0	-4,4	-2,2	-1,0	25,6	0,0	0,0	0,0	0,0		
S2	4,20	0,00	0,00	0,00	24,48	32,39	32,94	37,54	21,34	3,33	1,82	2,26	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,1	-29,1	-31,1	-35,3	-17,1	-3,3	-1,8	-2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
S3	8,80	0,00	0,00	0,00	27,37	35,28	39,81	37,99	21,72	2,59	1,53	1,57	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,7	-32,7	-38,3	-36,4	-12,9	-2,6	-1,5	-1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
O1	31,10	3,60	38,60	41,90	33,56	34,97	37,13	31,95	5,25	37,13	31,95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,9	-29,7	0,0	0,0	-1,5	-1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5	9,9			
O2	55,20	14,70	19,80	0,00	28,77	38,46	35,91	45,95	28,77	15,65	20,48	4,91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-22,8	-15,4	-41,0	0,0	-0,9	-0,7	-4,9	26,4	0,0	0,0	0,0	0,0		
O3	129,40	31,70	113,90	159,50	29,03	37,32	31,91	31,47	29,03	31,89	31,91	31,47	88,6	0,0	0,0	36,5	0,0	-5,4	0,0	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	11,8	0,0	82,0	91,6	0,0		
N1	0,00	2,30	31,90	18,70	35,35	42,93	33,30	32,67	29,78	3,41	33,10	31,74	0,0	0,0	0,0	0,0	-5,6	-39,5	-0,2	-0,9	-29,8	-1,1	-1,2	-13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
N2	71,60	76,40	60,00	103,20	29,32	29,35	31,36	29,64	29,32	29,35	31,36	29,64	12,5	0,0	13,3	60,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,8	47,0	15,3	13,0	0,0		
N3	15,70	190,20	12,00	70,20	27,67	24,22	30,03	29,92	26,98	24,22	28,50	29,92	0,0	115,2	0,0	40,3	-0,7	0,0	-1,5	0,0	-11,3	0,0	-16,5	0,0	0,0	50,7	0,0	0,0	0,0		
D1	75,70	105,80	7,30	104,40	26,90	27,12	33,41	19,42	26,90	27,12	26,49	19,42	37,5	78,7	0,0	85,0	0,0	0,0	-6,9	0,0	0,0	0,0	-19,2	0,0	11,3	0,0	0,0	0,0	0,0		
D2	27,20	21,70	35,80	203,10	31,99	33,57	29,71	28,05	31,88	32,89	29,71	28,05	0,0	0,0	0,0	175,0	-0,1	-0,7	0,0	0,0	-4,7	-11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,1	0,0	0,0		
D3	31,90	66,50	82,90	59,20	34,63	31,03	32,55	36,46	34,5	31,0	32,5	36,5	0,0	24,3	20,7	22,7	-0,2	0,0	0,0	0,0	-2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2	29,6	0,0	0,0		
<b>TOTAL</b>	<b>1118,30</b>	<b>1367,40</b>	<b>1619,00</b>	<b>1680,40</b>	<b>966,44</b>	<b>989,27</b>	<b>975,44</b>	<b>1010,55</b>	<b>755,86</b>	<b>689,13</b>	<b>701,76</b>	<b>715,16</b>	<b>369,68</b>	<b>678,27</b>	<b>917,24</b>	<b>965,24</b>	<b>-210,58</b>	<b>-300,14</b>	<b>-273,67</b>	<b>-295,38</b>	<b>-188,97</b>	<b>-148,40</b>	<b>-134,44</b>	<b>-182,92</b>	<b>181,73</b>	<b>148,40</b>	<b>134,44</b>	<b>182,92</b>	<b>0,0</b>		

A capacidade de água disponível – CAD é o ponto de saturação do armazenamento, ou seja, corresponde ao ponto que o solo não é capaz de continuar armazenando a água. Foi considerado na representação gráfica da variação mensal do armazenamento de água (ARM), a capacidade de água disponível (CAD) de 100 mm (**Figura 6**).

Com o distanciamento maior entre os períodos de chuva e seca, nota-se que o armazenamento tende a acompanhar este processo, apresentando um período maior de declínio ao longo do ano.

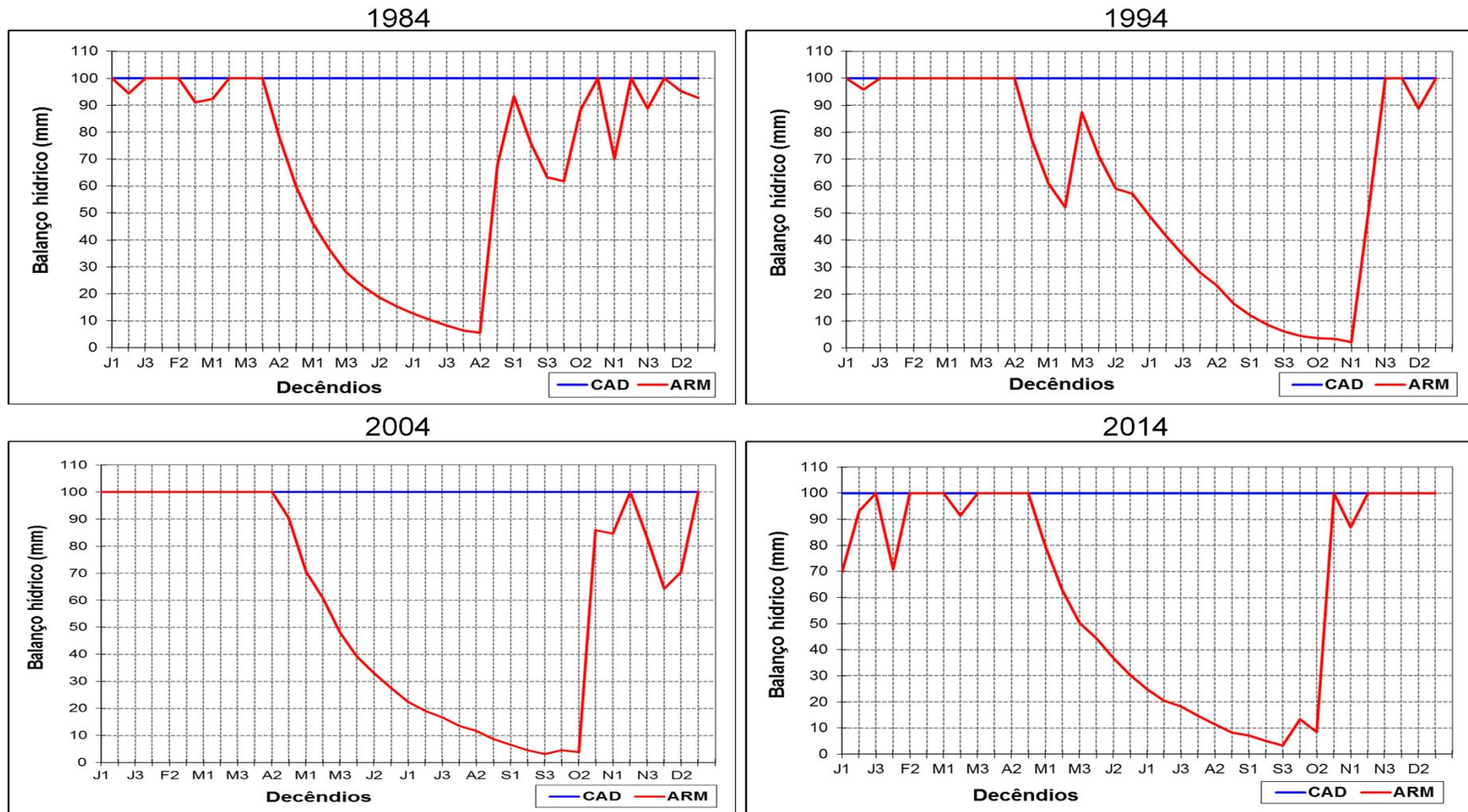
Na comparação do armazenamento entre o ano de 1984 e 2004 fica nítido o dilatamento entre os períodos de queda e retorno à capacidade de água disponível máxima. O mesmo dilatamento pode ser visto nos anos de 1994 e 2014 (**Figura 6**).

Em 1984 a queda do armazenamento de água (ARM) ocorreu entre os meses de abril e agosto. Já no ano de 2004, a queda se estendeu do final de abril até o final de outubro. Esse padrão também ocorreu no ano de 2014, com diferença nos meses iniciais, já que houve grande variação no armazenamento nos meses de janeiro, fevereiro e março na última década pesquisada (**Figura 6**).

No balanço hídrico sequencial do Distrito Federal (**Figura 7**), são apresentados os dados de reposição, retirada, excedente e deficiência hídrica. Essa é considerada a representação completa do balanço hídrico por apresentar a dinâmica hídrica naquele período estabelecido.

Cada uma dessas informações apresenta interdependência com as demais, formando relações diretas de interações, sendo em diversos momentos causa de situações positivas e em outros momentos refletindo em situações críticas na disponibilidade hídrica.

Aparecem representados nos gráficos os períodos de retirada e deficiência hídrica, nas cores rosa e vermelho, respectivamente (**Figura 7**). Na comparação entre esses períodos de retirada e deficiência hídrica e a dinâmica do armazenamento de água (**Figura 6**), nota-se a correspondência desses dois gráficos, ou seja, percebe-se que a retirada e deficiência hídrica são representações relacionadas à queda do armazenamento.



**Figura 6** – Variação mensal do armazenamento de água (ARM) para os decênios na estação Brasília, considerando CAD = 100 mm.

Quando se compara o somatório do excedente hídrico entre os ano inicial e final da pesquisa apresentou variação de crescimento de aproximadamente 261%, passando de 369 mm para cerca de 965 mm por ano (**Tabela 2**). Em resumo, grande parte desse volume escoou superficialmente, pois o solo não apresenta capacidade de absorver todo esse volume.

Nos primeiros quatro meses do ano de 2004 foi o período de excedente hídrico. Já nos seis meses seguintes ocorreu a retirada de água do solo e conseqüentemente, houve o aumento da deficiência hídrica. Já em outubro, com o retorno das chuvas ocorreu o ápice na reposição hídrica naquele ano.

Com as informações do balanço hídrico sequencial é possível conhecer parte da problemática que envolve a gestão deste recurso. A partir daí, é necessário o desenvolvimento de estratégias e soluções capazes de garantir o desenvolvimento sustentável de todas as atividades que envolvam o consumo hídrico ou afetem a sua qualidade físico-química.

Além dessas informações apresentadas, é preciso considerar os mecanismo de gestão no âmbito do DF, dentre elas, o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do DF – PGIRH é um importante mecanismo de planejamento e gestão da água.

O Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do DF, foi elaborado em 2012 e teve como horizonte de planejamento o período de 30 anos, tendo como base o ano de 2010. Esse plano apresenta um diagnóstico físico, socioeconômico e ambiental. Nele são apresentadas as informações de disponibilidade e demandas, que dão subsídios para a apresentação de um balanço hídrico, com base nas vazões (PGIRH, 2012).

Uma das contribuições do PGIRH diz respeito a atividade de monitoramento das águas no DF, pois auxilia na pratica adequada da gestão ambiental, que se baseia em cenários tendo informações da realidade e um planejamento antecipado rumo a situação desejada.

Com esse monitoramento foi elaborado o enquadramento dos cursos d'água do DF (**Figura 8**), onde ocorre a classificação baseada no diagnóstico, nos usos e na qualidade físico-química esperada para que o recurso hídrico consiga atender à todas essas demandas.

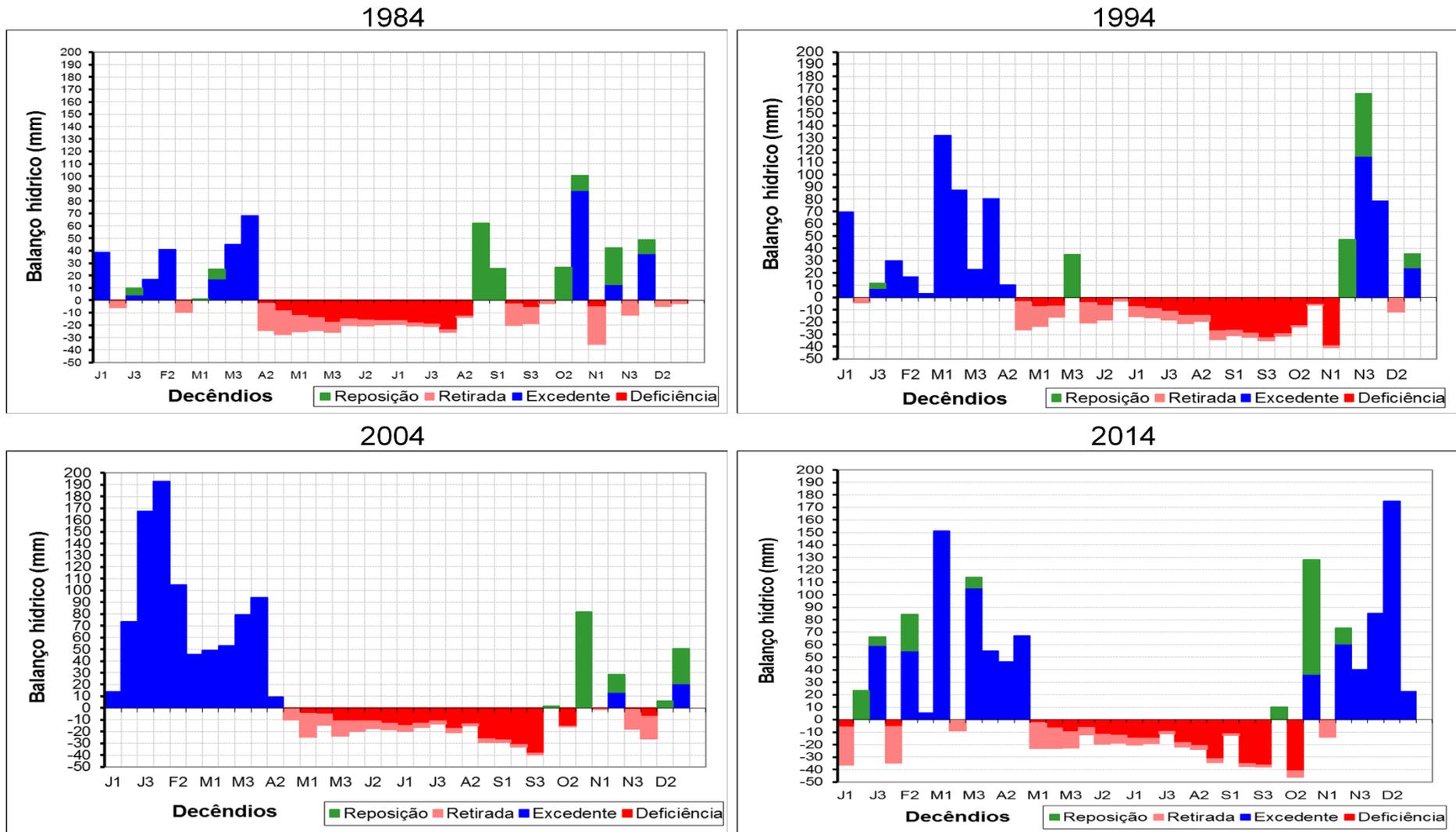


Figura 7 – Representação gráfica completa do balanço hídrico sequencial do Distrito Federal, na qual são apresentados os dados de reposição, retirada, excedente e deficiência hídrica.



Nota-se que o CBH do Rio Paranoá (DF 1) é o que apresenta o maior adensamento populacional (**Tabela 3**), com cerca de 2,5 milhões de habitantes em uma área de 3.700 km<sup>2</sup> pertencente ao comitê (CBH, 2015). Esse número de habitantes corresponde a cerca de dez vezes o número de habitantes por quilômetro quadrado do CBH Afluentes do Rio Preto (DF 2), que é o segundo mais populoso.

**Tabela 3** - Dados gerais de caracterização dos comitês de bacia do DF. Fonte: Adaptado, CBH (2015).

<b>Código</b>	<b>Comitê</b>	<b>Data de criação</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>População (hab.)</b>
DF 1	CBH do Lago Paranoá	31/08/2006	3.700	2.500.000
DF 2	CBH Afluentes do Rio Preto	18/01/2010	1.350	93.000
DF 3	CBH Afluentes do Rio Maranhão	18/01/2010	750	23.000

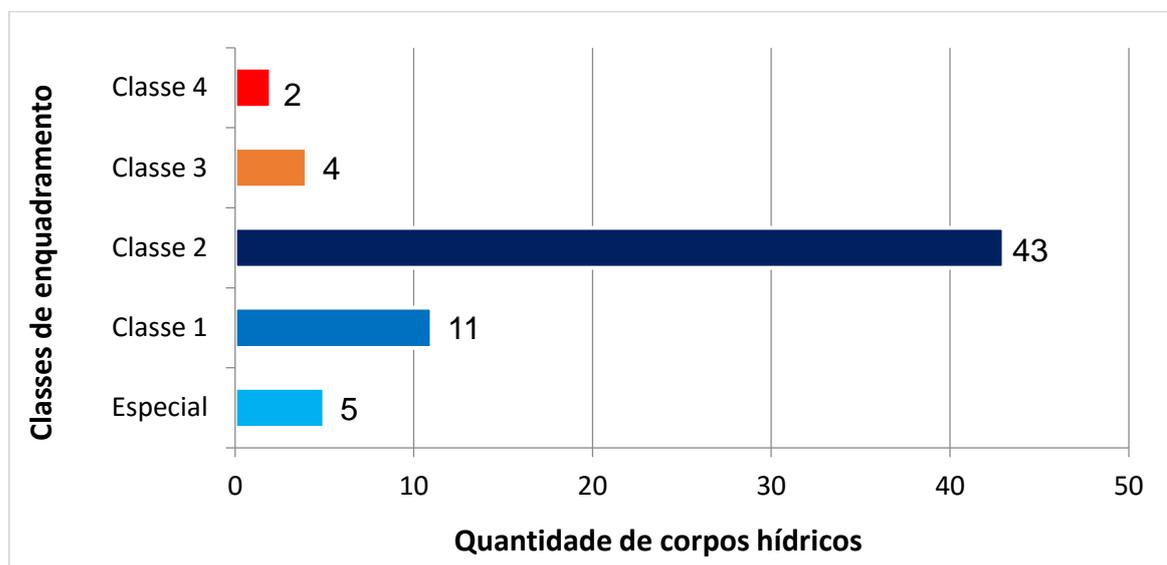
Por tratar-se de uma área com adensamento populacional elevado, a região do Lago Paranoá, DF 1, tem seus problemas potencializados e por esse motivo, deve receber atenção especial, com uma gestão atuante.

Nessa região do CBH do Lago Paranoá, as ações preventivas são uma solução possível. Como a magnitude dos impactos tende a ser bem maior nessas áreas com adensamento populacional elevado, em comparação com as demais áreas de CBH, o compromisso de investimento e as práticas de gestão deverão ocorrer de modo persistente. Além disso é preciso desenvolver campanhas educativas abrangendo a maior parte dessas pessoas, de forma eficaz.

A gestão dos recursos hídricos, nessas áreas adensadas, exige do gestor atitudes efetivas e antecipadas. Por isso, os comitês deverão ter na sua composição, pessoas engajadas, que assumam os compromissos assumidos, além de construir soluções eficientes, capazes de produzir efeitos benéficos.

Conforme os dados apresentados na distribuição quantitativa das classes de enquadramento dos corpos hídricos do DF (**Figura 9**), é possível destacar que 17% dos cursos d'água são enquadrados na classe 1 e 66% na classe 2. Ambas as classes são destinadas ao abastecimento para consumo humano e proteção das comunidades aquáticas, presentes nesses locais. Além disso pode ser utilizada para lazer, criação de peixes e irrigação de plantações. O que difere essas classes é a

qualidade físico-química, sendo a classe 1 passível de consumo após tratamento simples.



**Figura 9** - Distribuição quantitativa das classes de enquadramento dos corpos hídricos do DF. Não foram contabilizadas as nascentes em Unidades de Conservação de Proteção Integral, que são enquadradas na classe Especial. Fonte: Adaptado, CAESB (2015).

Com a redução da qualidade físico-química, os recursos hídricos passam a ser classificados na Classe 2, que ainda permite o abastecimento humano, mas para isso é exigido um tratamento convencional.

É necessário que haja um monitoramento eficaz dos corpos hídricos classe 2, pela representatividade que eles possuem. É essencial que seja garantida a manutenção da qualidade que eles apresentam, para que continuem sendo aproveitados no abastecimento da população brasiliense, além dos demais usos.

Um dos atores que influenciam na bacia hidrográfica é a Agência de Bacia. Atualmente as bacias hidrográficas do Distrito Federal não possuem agências. A criação da agência é condicionada à prévia existência do respectivo CBH e da viabilidade financeira assegurada pela cobrança do uso dos recursos hídricos em sua área de atuação (BRASIL, 1997).

Por esse motivo, são necessários estudos de viabilidade financeira para criação dessa agência aqui no Distrito Federal, e com isso, passaria a vigorar a cobrança pelo uso da água.

A cobrança pelo uso da água possibilita o investimento na bacia, seja em infraestrutura ou planejamento, porém, tal planejamento deve ser de longo prazo, permitindo assim a sustentabilidade dessa bacia.

Outro componente importante no cenário da gestão hídrica do DF é o órgão regulador, por apresentar a independência técnica na execução das atividades de regulação e fiscalização desse setor da economia. No setor hídrico do Distrito Federal, quem desempenha essa função é a Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA, desempenha essas funções.

O papel da ADASA envolve a regulação dos serviços prestados pelos órgãos distritais, dentre os quais destacam-se a CAESB, o SLU, a NOVACAP (ADASA 2014).

A Agência desempenha uma importância fundamental ao gerir os sistemas de informações, na qual teria a responsabilidade de manter o balanço hídrico e o cadastro de usuários atualizados. Além disso, pode desempenhar a função de análise crítica de projetos e obras com os recursos obtidos na cobrança. A cobrança pelo recurso hídrico pode ser baseada na disponibilidade, assimilando o sistema de cobrança utilizado no setor elétrico.

Foi instituído pela resolução ANEEL nº 547/2013, um sistema de bandeiras tarifárias. Conforme o enquadramento de bandeiras tarifárias (verde, amarela ou vermelha), que indicam ao consumidor a ocorrência do acréscimo em cada conta de energia, considerando as dificuldades e os custos da produção de energia.

Ou seja, o aumento na conta sinaliza ao consumidor as condições desfavoráveis na geração da energia elétrica. Tal aplicação na cobrança da água pode desenvolver na sociedade uma cultura de economia e uso consciente dos recursos hídricos.

Porém, todo processo de cobrança é complexo e necessita de estudos aprofundados sobre os impactos e consequências antes da tomada de decisão, necessitando de avaliação por parte do comitê de bacia e dos respectivos usuários.

No regimento interno da Agência Reguladora de Águas, um dos seus objetivos é preservar as diretrizes da Política de Recursos Hídricos do Distrito Federal, instituída pela Lei nº 2.725, de 2001, dentre os quais destacasse o interesse em assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade e quantidade adequados aos respectivos usos (ADASA, 2016).

Outro ponto importante diz respeito a atuação contra eventos hidrológicos críticos. Esse objetivo dialoga diretamente com o acompanhamento do balanço

hídrico. Com a periodicidade no levantamento do balanço hídrico sequencial, é possível ter embasamento técnico no enfrentamento de eventos hidrológicos críticos.

É necessário que o papel fiscalizatório da ADASA seja exercido efetivamente, principalmente no que diz respeito às outorgas. O combate das captações clandestinas é vital para a manutenção da disponibilidade hídrica, assim como a fiscalização dos empreendimentos outorgados, para que sejam respeitados os volumes estabelecidos.

Precisamos considerar que a gestão dos recursos hídricos está diretamente ligada ao saneamento básico, seja no abastecimento de água ou gestão dos efluentes líquidos, e até mesmo indiretamente ligada ao tratamento e disposição de resíduos sólidos.

Neste contexto, a Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal – CAESB é a empresa responsável pela execução de duas dessas atividades de saneamento básico, que são os sistemas de abastecimento de água e de coleta, tratamento e disposição final de esgotos sanitários, com atuação no Distrito Federal, bem como em algumas cidades do entorno.

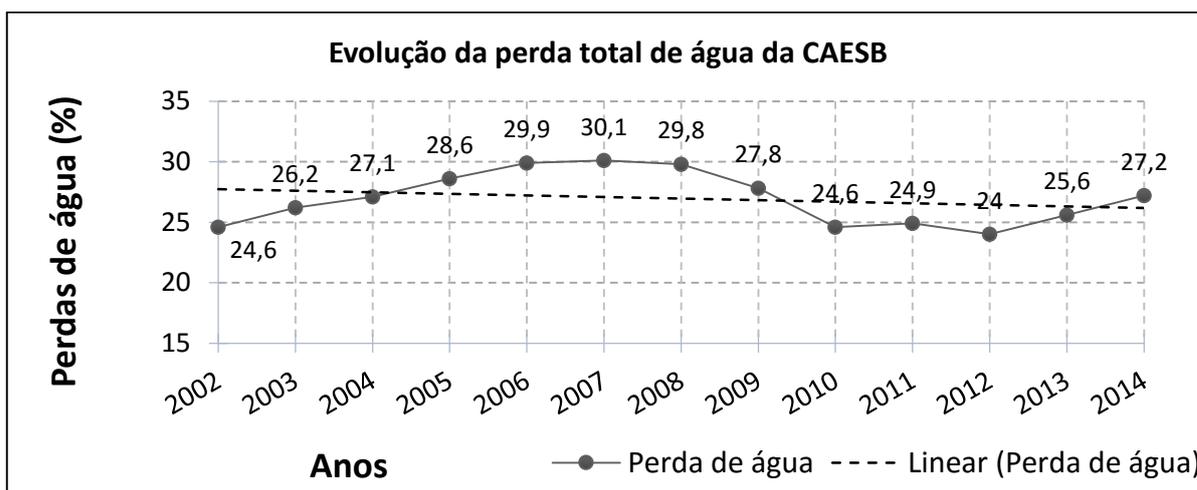
No que diz respeito ao abastecimento de água potável, a CAESB capta principalmente água bruta superficial em mananciais, mas também utiliza poços subterrâneos que complementam a capacidade de produção em regiões de maior dificuldade de acesso aos corpos hídricos.

Segundo a CAESB (2015), a operação de abastecimento baseia-se em cinco sistemas produtores de água, que são: Descoberto, Torto-Santa Maria, Sobradinho-Planaltina, Brazlândia e São Sebastião. Esses sistemas tem a capacidade de produzir 9.506,1 l/s, atendendo cerca de 98% da população do DF.

Quando ocorre a ineficiência dos serviços relacionados à manutenção preventiva da rede de distribuição de água, por exemplo, nas atividades de substituição de trechos de redes e ramais, pesquisa sistemática de vazamentos não visíveis e melhorias no processo de manutenção corretiva, ocasionando perda de água potável (**Figura 10**). É possível observar que ocorrem variações entre 24 e 30,1% de perda dentro do sistema de abastecimento de água do DF, no período de 2002 até 2014 (CAESB, 2015).

Portanto, esses números mostram que é preciso planejar adequadamente as ações preventivas, relacionadas à manutenção e substituição de componentes do sistema muito antigos, de forma sistemática, não só após a ocorrência de vazamentos.

Outro fator que contribui para a perda de água são os casos de grilagem de terras, parcelamento ilegal e adensamento populacional de forma irregular. Esses casos acabam desencadeando um crescimento de ligações não autorizadas que provocam muitos vazamentos sem qualquer conhecimento das autoridades competentes, ou mesmo das equipes de manutenção da CAESB.



**Figura 10** - Perda de água no sistema de abastecimento do Distrito Federal. Fonte: Adaptado, CAESB (2015).

Outro ponto importante de responsabilidade da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal é o serviço de coleta e tratamento dos efluentes líquidos. Até 2015, a CAESB atendia com serviços de coleta de esgotos sanitários, cerca de 82% da população do DF. Desses efluentes coletados, 100% são tratados, fato este que ocorre desde o ano de 2007.

A parte da população do DF que não possui rede coletora de esgotos acaba ficando suscetível a contribuir para a poluição das águas, seja pelo aumento da presença de patógenos, aumento da carga orgânica, diminuição do oxigênio dissolvido, dentre outros problemas causados pela disposição de efluentes líquidos em corpos hídricos sem tratamento prévio.

Por isso, é importante que haja a ampliação do sistema de coleta dos esgotos, atingindo 100% da população brasiliense. A garantia dessas estruturas de saneamento básico é essencial para uma gestão eficiente dos recursos hídricos.

Paralelamente é necessário investir no tratamento desses efluentes, evitando que sejam despejados contaminantes nos cursos d'água, garantindo a manutenção da qualidade físico-química dos cursos d'água.

Por fim, apesar de tratar especificamente de resíduos sólidos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (Lei Nº 12.305/2010), desempenha papel fundamental na execução das ações de preservação e manutenção dos recursos hídricos.

O Serviço de Limpeza Urbana – SLU é uma autarquia vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Distrito Federal. Ambos os órgãos são encarregados de executar a Política Nacional de Resíduos Sólidos no DF.

Segundo o Regimento Interno, aprovado pelo Decreto Nº 35.972, de 04 de novembro de 2014, compete ao SLU promover a gestão e a operação da limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos urbanos no Distrito Federal.

Conforme Zalauf (2000), são inúmeros problemas ambientais relacionados à disposição inadequada dos resíduos que vêm causando sérios problemas de cunho ambiental. Destacam-se: a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, a contaminação do solo e até mesmo do ar quando ocorre disposição à céu aberto.

Ao ponto que são implementadas as metas de ampliação da disposição ambientalmente adequada dos resíduos sólidos em ambientes com impermeabilização do solo, canais de drenagem e tratamento do chorume gerado por exemplo, evita-se a contaminação dos recursos hídricos. Isso significa que uma gestão dos resíduos sólidos com base na PNRS contribui para a melhoria da gestão dos recursos hídricos. Esse fato não ocorre no Distrito Federal.

No Distrito Federal, os resíduos são dispostos de forma inadequada, no conhecido Lixão do Jóquei Clube. No lixão, não se impede que ocorra contaminação do solo e dos cursos d'água, pois os resíduos e rejeitos são lançados ao ar livre, sem qualquer tratamento ou intervenção que vise impedir contaminação.

A quantidade de matéria orgânica disposta no lixão contribui para o processo de formação de chorume, e conseqüentemente, para a contaminação das águas superficiais e até mesmo das águas subterrâneas, quando estas substâncias infiltram no solo.

Ocorre atualmente, um desmonte da infraestrutura no DF, materializado pela terceirização excessiva com deficiência de fiscalização e pelo sucateamento das instalações de transbordo, de tratamento e de destinação final (ADASA, 2014).

Em busca da conformidade legal, o Governo do Distrito Federal está construindo um Aterro Sanitário, na região administrativa de Samambaia. Sua implantação visa mudar o atual cenário em direção à disposição ambientalmente adequada dos rejeitos na capital do país.

Com a implantação desse aterro a capital do país reduz drasticamente o potencial poluidor causado pelos resíduos, mas além disso é necessário disponibilizar para a sociedade o acesso à coleta dos resíduos e rejeitos, evitando a ocorrência dos depósitos clandestinos.

Para que a vida útil do aterro seja maximizada é preciso que a sociedade segregue os resíduos dos rejeitos, além do fato de ser necessário que haja o fortalecimento do mercado de reciclagem por parte de associações e/ou cooperativas de catadores de materiais recicláveis, assim como empresas especializadas.

No âmbito da RIDE, o DF tem a oportunidade de desenvolver o planejamento em conjunto com as cidades satélites. A gestão consorciada é um modelo que apresenta elevados índices de sucesso, pois fortalece a estrutura gerencial, reduz os custos devido o ganho de escala, além de estar em conformidade com os princípios estabelecidos pela legislação vigente.

Portanto, a gestão dos recursos hídricos é aquela que proporciona seus usos múltiplos, de forma descentralizada e participativa, contando com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades, sendo necessário ter um olhar abrangente e saber lidar com diferentes contextos e fazê-los coexistirem. Sendo assim, é fundamental conciliar os diferentes interesses envolvidos e construir um caminho único, garantindo acesso à água.

#### 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O balanço hídrico sequencial permite a visualização da ocorrência e variação dos eventos hídricos ao longo dos anos de 1984, 1994, 2004 e 2014. Esse instrumento permitiu a comparação da sazonalidade e comportamento das precipitações ao longo desses anos no Distrito Federal.

O balanço hídrico sequencial pode ser considerado um importante mecanismo para representação da realidade e monitoramento parcial da dinâmica hidrológica, porém, é notório que deverão ser empregadas metodologias complementares para que haja o monitoramento da demanda e consumo hídrico na região estudada.

No período analisado notou-se que houve uma grande mudança na sazonalidade da pluviosidade, com aumento das chuvas em cerca de 50% no comparativo entre o primeiro e o último ano analisado, além disso, houve a concentração da ocorrência de chuva nos meses três meses iniciais (janeiro, fevereiro e março) e nos dois meses finais (novembro e dezembro), que refletiram em períodos de estresse hídrico nos demais meses.

Foi possível perceber como o DF sofre influência climática no seu ciclo hidrológico. Por isso, foi necessário considerar a ocorrência dos efeitos causados principalmente por ventos alísios, que provocam o El Niño e La Niña, para compreensão da causalidade desses eventos.

Mediante a obtenção das representações gráficas foi possível delimitar períodos essenciais para a realização de ações preventivas e demais medidas de gerenciamento. Com esse tipo de abordagem é possível prevenir o risco de escassez hídrica na capital do país.

Chegou-se à conclusão que o problema não tem sido a falta de chuvas, mas sim a concentração dos eventos pluviométricos em períodos específicos. Com a existência desses períodos de acúmulo de chuvas, o solo acaba não conseguindo repor a água retirada durante o período de seca.

Sendo assim, com a ocorrência desses eventos hidrológicos extremos, os anos subsequentes acabam sendo impactados. Esse fato gera um desequilíbrio, que ano após ano acaba refletindo no aumento do saldo negativo de água disponível no solo.

Por ser um fator natural, não há muito o que se fazer do ponto de vista de gestão, porém, a partir do momento que o planejamento considera a ocorrência desses

eventos críticos, diminui-se consideravelmente a probabilidade que situações extremas ocorrem.

Como a irrigação é uma das atividades que mais consome água, deverá ser analisada com a devida atenção. É preciso fazer um controle efetivo do consumo d'água nas atividades de irrigação no Distrito Federal, principalmente nos períodos que apresentam queda na disponibilidade hídrica. Os principais impactos ambientais devido ao uso da irrigação são: consumo exagerado da disponibilidade hídrica da região, contaminação dos recursos hídricos e salinização do solo (LIMA, FERREIRA e CHRISTOFIDIS, 1999).

Diante dessa problemática se faz necessário ter dispositivos legais capazes de oferecer soluções ao problema grave que é o uso irracional dos recursos hídricos na agricultura contemporânea.

Uma saída pode ser a analogia com o que foi feito no setor elétrico. Esse instrumento pode ser aplicado na gestão dos recursos hídricos. A diferença seria no critério aplicado para a determinação das bandeiras, que no caso dos recursos hídricos poderia utilizar o balanço hídrico como um dos indicadores para determinar a bandeira tarifária utilizada na cobrança dos recursos hídricos, principalmente em períodos de queda na disponibilidade.

Com esse instrumento, nos períodos de crescimento da retina e deficiência hídrica, poderiam ser aplicadas tarifas diferenciadas para que o usuário possa adaptar seu comportamento à realidade hidrológica.

A saída adotada por São Paulo, na recente crise hídrica enfrentada pelo estado, foi a aplicação de multa para o aumento do consumo de água. Tal solução apresenta-se como meramente punitiva, e não permite explorar a dimensão educativa ou auxiliar na construção do comportamento sustentável dos usuários.

Diferentemente dessa abordagem mencionada anteriormente, a bandeira tarifária destaca-se por seu fundamento educativo, que vai além da mera punição pelo consumo elevado. Ou seja, é possível conscientizar o usuário prioritariamente.

Os fatores de risco de escassez de água podem ser classificados em naturais e antrópicos. Dentre os fatores naturais, destacam-se o regime de chuvas, o clima e a evapotranspiração. Dentre os fatores antrópicos, podem ser apontados a irrigação, a poluição, o desperdício e o uso irracional. Os fatores naturais apresentam uma contribuição maior no risco de escassez hídrica.

É importante que haja um envolvimento entre as instituições governamentais, e que sejam desenvolvidas atividades integradas para proteção e manutenção do potencial hídrico encontrado no Distrito Federal.

Além das instituições, os usuários devem participar da gestão dos recursos hídricos, portanto, torna-se essencial as ações de educação ambiental e difusão de informações para esse público.

Espera-se que o Distrito Federal possa dar continuidade as ações previstas no Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos, principalmente com relação ao monitoramento do enquadramento dos cursos hídricos, resguardando sua qualidade físico-química e impedindo os usos em desacordo com essa classificação.

Ainda no contexto do Plano de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal, se torna vital o acompanhamento do quadro de qualidade e uso dos corpos hídricos no DF. Portanto, as definições estabelecidas no enquadramento dos cursos d'água deverão ser objeto de fiscalização e monitoramento.

Considera-se fundamental que a CAESB fortaleça suas práticas de combate ao crescimento do índice de perda d'água em seu sistema de distribuição. Além disso, a CAESB deverá trabalhar ações de educação ambiental juntamente com os usuários, almejando o uso sustentável dos recursos hídricos. Essas práticas são fundamentais na mudança de comportamento dos usuários, que precisam receber instruções das instituições periodicamente.

Com relação ao gerenciamento de resíduos sólidos, é preciso que no DF haja uma política de coleta seletiva efetiva, além da implantação do Aterro Sanitário. Sendo assim, haverá o prolongamento da vida útil desse aterro, conforme seja evitada a disposição de resíduos passíveis de reaproveitamento, reuso, reciclagem e demais formas de destinação. Tal prática é vital para a preservação da qualidade físico-química dos recursos hídricos.

Como há a oportunidade do desenvolvimento em conjunto de políticas e ações nos municípios que formam a RIDE/DF, é preciso utilizar-se desse precedente. Portanto, é preciso realizar o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, com ações conjuntas nessas áreas.

Por fim, a mudança de comportamento é a melhor saída para a proteção da disponibilidade hídrica, devendo perpassar por todas as esferas da sociedade, refletindo em comportamentos sustentáveis e elaboração de políticas de proteção do meio ambiente.

#### **4.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

A partir dessa monografia surgem algumas propostas para futuros trabalhos, que possam dar continuidade ou mesmo acrescentar em determinados assuntos não explorados, dentre os quais destaco:

- Considerando que fatores como o uso e ocupação do solo influenciam na dinâmica hídrica, é possível que trabalhos futuros explorem essa área, no qual possam buscar correlacionar o uso do solo com o atual cenário de disponibilidade hídrica.
- É preciso a elaboração do Estudo da viabilidade técnica e econômica da aplicação da metodologia de bandeiras tarifárias na cobrança dos recursos hídricos, com uso do balanço hídrico sequencial.

## REFERÊNCIAS

ADASA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Relatório de atividades – 2014. Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/6Transparencia/6.5PrestacaoAnualDeContas/RelatorioAtividades2014.pdf>>. Acesso em 15 out. 2015. 2014.

ADASA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Regimento interno – 2016. Disponível em: <[http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/1ConhecaAADASA/3Regimentointerno/REGIMENTO\\_INTERNO\\_2016a.pdf](http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/1ConhecaAADASA/3Regimentointerno/REGIMENTO_INTERNO_2016a.pdf)>. Acesso em 10 de jan. 2016. 2016.

ANA, Agência Nacional de Águas. Encarte Especial sobre a crise hídrica. Brasília: Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2014. 2015.

BARBOSA, C. F. et al. Sistema de gestão de recursos hídricos através de Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em Áreas de Proteção Ambiental Municipal (APA ou APAM). UNICAMP/Instituto de Geociências - IG, Campinas, 2003.

BARROS, Fernanda Gene Nunes; AMIN, Mário M. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o mundo. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, v. 4, n. 1, 2008.

BOUGUERRA, Mohamed Larbi. As batalhas da água: por um bem comum da humanidade. Petrópoles – RJ, Vozes. p.17, 2004.

BRASIL. Decreto 7.469, de 04 de maio de 2011. Regulamenta a Lei Complementar no 94, de 19 de fevereiro de 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7469.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7469.htm)>. Acesso em: 12 abr. 2015.

BRASIL. Decreto nº 4.613, de 11 de março de 2003. Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/D4613.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4613.htm)>. Acesso em 17 de set. 2015.

BRASIL. Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7217.htm)>. Acesso em 20 de set. 2015. 2010a.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm)>. Acesso em 20 de set. 2015. 2010c.

BRASIL. Lei 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)>. Acesso em: 17 abr. 2015.

BRASIL. Lei Complementar n.º 94, de 19 de fevereiro de 1998. Autoriza o Poder Executivo a criar a Região Integrada de Desenvolvimento do Distrito Federal e Entorno - RIDE e instituir o Programa Especial de Desenvolvimento do Entorno do Distrito Federal, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LCP/Lcp94.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp94.htm)>. Acesso em: 17 abr. 2015.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em 15 de ago. 2015.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm)>. Acesso em 20 de set. 2015. 2010b.

BRASÍLIA. Decreto nº 22.356, de 31 de agosto de 2001. Regulamenta o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Distrito Federal, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/cidadao/legislacao/decretodistrita\\_l\\_22356\\_2001.pdf](http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/cidadao/legislacao/decretodistrita_l_22356_2001.pdf)>. Acesso em 15 de ago. 2015. 2001b.

BRASÍLIA. Lei nº 2.725, de 13 de junho de 2001. Institui a Política de Recursos Hídricos e cria o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal. Disponível em: <[http://www.recursoshidricos.df.gov.br/adasa\\_escola/legislacao/lei-df-2725-2001-polc3adtica-e-sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hc3addricos-do-df.pdf](http://www.recursoshidricos.df.gov.br/adasa_escola/legislacao/lei-df-2725-2001-polc3adtica-e-sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hc3addricos-do-df.pdf)>. Acesso em 15 de ago. 2015. 2001a.

BRASÍLIA. Resolução nº 02, 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.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res\\_ADASA/Resolucao02\\_17122014.pdf](http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_ADASA/Resolucao02_17122014.pdf)>. Acesso em 12 de out. 2015.

CAESB. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal. Relatório de atividades do exercício de 2014. Disponível em: <<https://www.caesb.df.gov.br/>>. Acesso em: 10 set. 2015.

CAMARGO, A. P. de; SENTELHAS, Paulo C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de agrometeorologia, v. 5, n. 1, p. 89-97, 1997.

CARNEIRO, Paulo Jorge Rosa et al. Evolução do uso da água na bacia do rio Preto no Distrito Federal. Revista Espaço e Geografia, 2007.

CBH. Comitês de Bacias Hidrográficas. Comitês de Bacias Hidrográficas do Distrito Federal. Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/>>. Acesso em: 05 nov. 2015.

CONAMA. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. 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/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2015. 2005.

CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. O fenômeno El Niño e La Niña. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 02 nov. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Informações sobre os municípios do Brasil - Portal CIDADES. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/904>>. Acesso em: 15 out. 2015.

IBRAM. Instituto Brasília Ambiental. Bacias do DF – 2012. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/informacoes/recursos-hidricos.htm>>. Acesso em: 12 abr. 2015.

IBRAM. Instituto Brasília Ambiental. Mapa ambiental – 2014. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/pdfs/institucional/Mapa%20Ambiental%202014.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa - BDMEP. Disponível em:

<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

LANNA, Antonio Eduardo. Gestão dos recursos hídricos no contexto das políticas ambientais. Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos: Desafios da lei de águas em 1997. Secretaria de Recursos Hídricos, 2ª ed., 2000.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. O uso da irrigação no Brasil: O estado das águas no Brasil. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 1999. Disponível em: <<http://www.iica.org.uy>>. Acesso em: 10 mar. 2016.

MACHADO, Carlos José Saldanha. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. Ambiente e Sociedade, v. 6, n. 2, p. 121-136, 2003.

MACHADO, Pedro Jose de Oliveira. Capacidade, suporte e sustentabilidade ambiental. Florianopolis, Geosul, v. 14, n. 27, p. 122-127, jun. 1999.

MUÑOZ, Héctor Raúl. Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos: Desafios da lei de águas em 1997. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2ª ed., 2000.

OLIVEIRA, Leidiane L. et al. Balanço hídrico para o município de Macapá-AP para o ano 2006 no setor costeiro estuarino. Macapá: Núcleo de Hidrometeorologia e Energia Renováveis NHMET/IEPA, 2007.

PEREIRA, A. R. et al. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Agropecuária, 2002.

PGIRH. Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal - 2012. Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br/>>. Acesso em 14 de set. 2015.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia. Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação. São Paulo, Escrituras, 2006.

ROCHA, Geroncio Albuquerque. A Construção do Sistema Paulista de Gestão de Recursos Hídricos. Gramado: Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos, 1998. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/singreh/Web/S12/128.pdf>>. Acesso em 12 de jan. 2016.

ROLIM, G.S., SENTELHAS, P.C. Balanço hídrico sequencial por Thornthwaite & Mather 1955. São Paulo, 2002. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/angelocci/BHseq63.xls>>. Acesso em 10 de jun. 2015.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de

produtividade real e potencial. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n.1, p133-137, 1998.

SETZER, J. Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí, 1966.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. Climatology. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104 p., 1955.

TUNDISI, José Galizia et al. Conservação e uso sustentável de recursos hídricos. In: BARBOSA, F. A. (Org.) Ângulos da água: desafios da integração. Belo Horizonte: Editora UFMG, p.157-83, 2008.

TUNDISI, José Galizia. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. Revista USP, n. 70, p. 24-35, 2006.

TUNDISI, José Galizia. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. Estudos avançados, v. 22, n. 63, p. 7-16, 2008.

YASSUDA, Eduardo Riomey. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. Revista de Administração pública, v. 27, n. 2, p. 5-18, 1993.

ZALAUFG, W. E. O meio ambiente e o futuro. Revista estudos avançados, USP, São Paulo, v. 14, n. 38, p. 85-100, 2000.