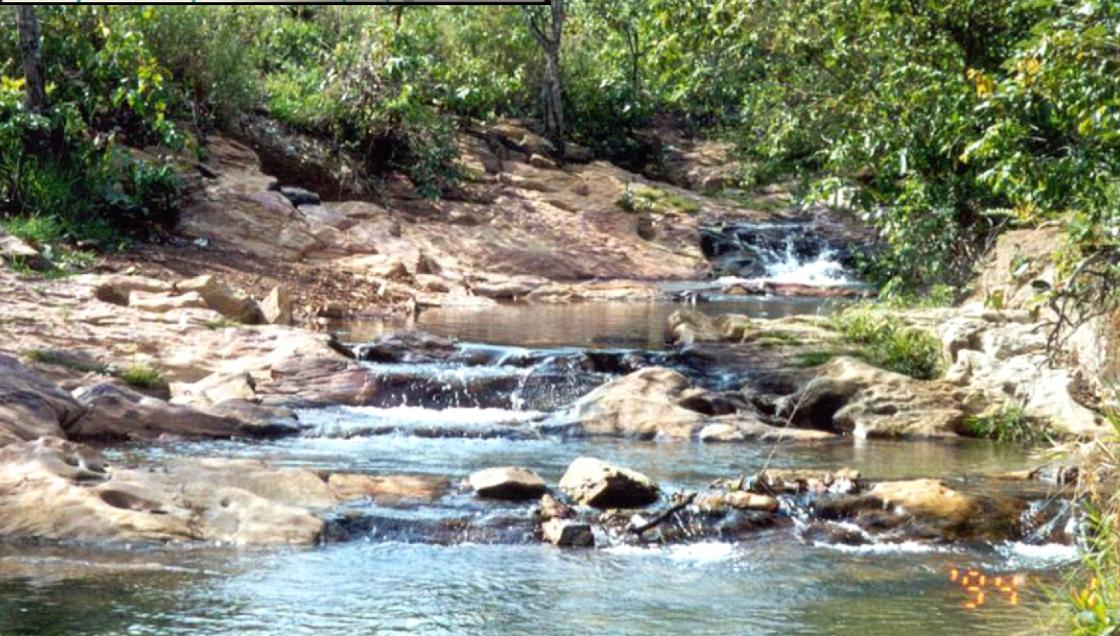


## Caracterização Preliminar dos Recursos Hídricos Superficiais da APA de Cafuringa, DF





*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Cerrados  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1517-5111

Julho, 2003

## ***Documentos 87***

# **Caracterização Preliminar dos Recursos Hídricos Superficiais da APA de Cafuringa, DF**

Jorge Enoch Furquim Werneck Lima  
Eduardo Cyrino de Oliveira-Filho  
Euzebio Medrado da Silva  
Marcus Fábio Ribeiro Farias

Planaltina, DF  
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Cerrados**

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

[sac@cpac.embrapa.br](mailto:sac@cpac.embrapa.br)

**Comitê de Publicações**

Presidente: *Dimas Vital Siqueira Resck*

Editor Técnico: *Carlos Roberto Spehar*

Secretária-Executiva: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial: *Jaime Arbués Carneiro*

Revisão de texto: *Jaime Arbués Carneiro*

Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares*

Capa: *Jussara Flores de Oliveira*

Foto da capa: *Jorge Enoch Furquim Werneck Lima*

Editoração eletrônica: *Jussara Flores de Oliveira*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*  
*Jaime Arbués Carneiro*

**1ª edição**

1ª impressão (2003): tiragem 100 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.  
Embrapa Cerrados.

---

C257 Caracterização preliminar dos recursos hídricos superficiais da APA de Cafuringa, DF / Jorge Enoch Furquim Werneck Lima ... [et al.].  
– Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2003.  
33 p. — (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 87)

1. Recursos hídricos. 2. Hidrologia. I. Lima, Jorge Enoch Furquim Werneck. II. Série.

551.48 - CDD 21

---

© Embrapa 2003

# **Autores**

**Jorge Enoch Furquim Werneck Lima**

Eng. Agríc., M.Sc., Irrigação e Agroambientes,  
Embrapa Cerrados,  
jorge@cpac.embrapa.br

**Eduardo Cyrino de Oliveira-Filho**

Biól., D.Sc., Toxicologia, Embrapa Cerrados,  
cyrino@cpac.embrapa.br

**Euzebio Medrado da Silva**

Eng. Agrôn., Ph.D, Engenharia de Irrigação, Embrapa  
Cerrados,  
euzebio@cpac.embrapa.br

**Marcus Fábio Ribeiro Farias**

Estudante de Geografia, estagiário da Embrapa  
Cerrados,  
marcus@cpac.embrapa.br

# Apresentação

A Área de Proteção Ambiental (APA) de Cafuringa é considerada uma das últimas fronteiras naturais existentes no Distrito Federal. A falta de dados e informações hidrológicas da região representa um sério risco à sua preservação, pois, sem conhecimento, não há como efetuar uma gestão adequada dos recursos existentes.

Assim, a Embrapa Cerrados, por meio desta publicação, vem apresentar o resultado de levantamentos e estimativas de dados relativos ao comportamento hidrológico e à qualidade das águas superficiais da APA de Cafuringa, com o objetivo de fornecer informações que orientem futuros estudos e possibilitem conciliar o desenvolvimento das atividades antrópicas com a preservação dos recursos naturais dessa região do Distrito Federal.

*Roberto Teixeira Alves*  
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

# Sumário

Introdução .....	9
Hidrografia .....	12
Disponibilidade Hídrica .....	12
Dados de Chuva da Estação Ponte Quebra Linha .....	14
Dados de Vazão da Estação Ponte Quebra Linha .....	16
Produção Hídrica na APA de Cafuringa .....	19
Qualidade da Água na APA de Cafuringa .....	19
Qualidade das Águas para Irrigação .....	27
Considerações Finais .....	31
Referências Bibliográficas .....	31
Abstract .....	33

# Caracterização Preliminar dos Recursos Hídricos Superficiais da APA de Cafuringa, DF

---

*Jorge Enoch Furquim Werneck Lima*

*Eduardo Cyrino de Oliveira-Filho*

*Euzebio Medrado da Silva*

*Marcus Fábio Ribeiro Farias*

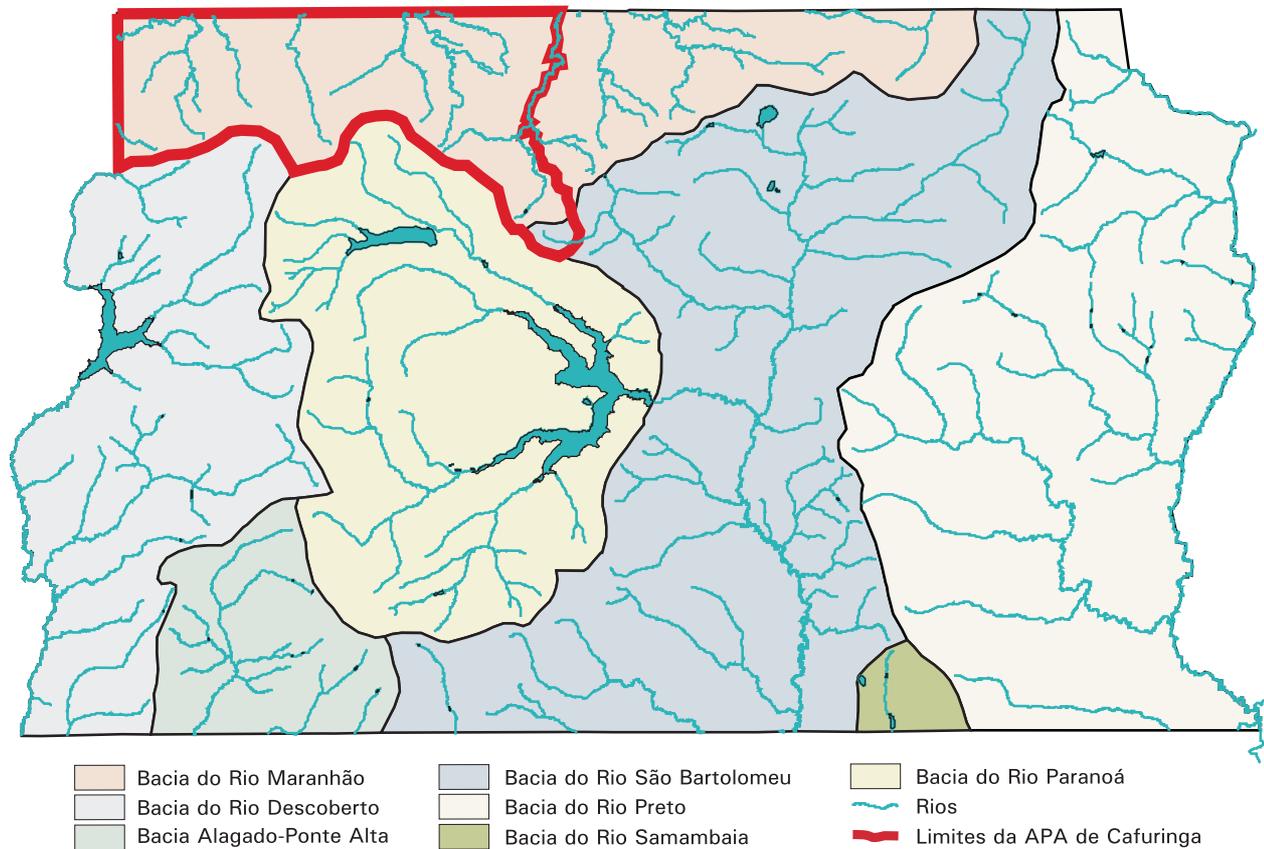
## Introdução

Situada na região noroeste do Distrito Federal ([Figura 1](#)), a Área de Proteção Ambiental (APA) de Cafuringa abrange uma área de aproximadamente 465 km<sup>2</sup>. Apesar da proximidade de Brasília, ainda pode ser considerada uma região de pouca influência antrópica. A presença de mineradoras e cascalheiras, principalmente na área de contribuição do Ribeirão da Contagem, e dos condomínios já instalados nas suas bordas, constituem focos potenciais de poluição hídrica dessa região.

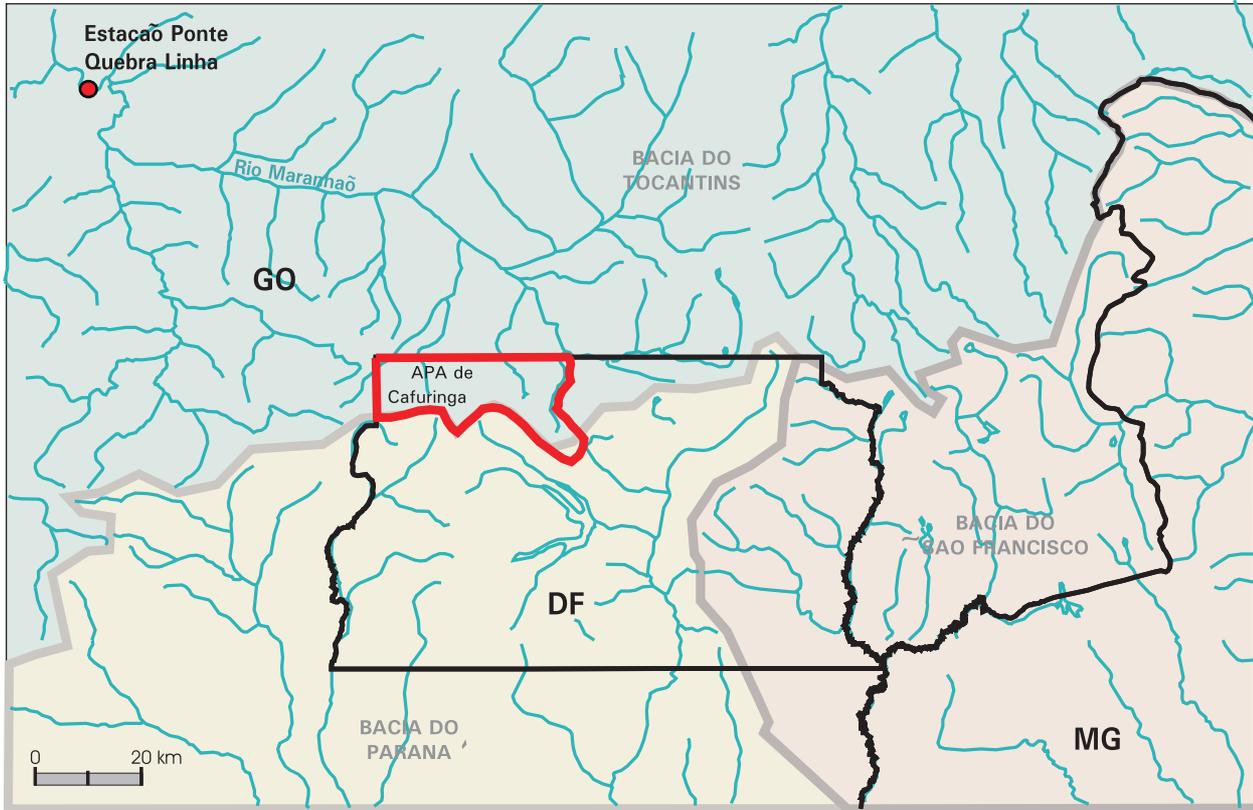
Como se pode observar na [Figura 1](#), mais de 95% da APA de Cafuringa integra a rede de drenagem do Rio Maranhão, importante afluente da Bacia do Rio Tocantins. O restante da área drena para o Ribeirão Sobradinho, que despeja suas águas no Rio São Bartolomeu, constituinte da Bacia do Rio Paraná.

A inserção regional da APA de Cafuringa em relação às grandes bacias hidrográficas brasileiras e à divisão política do país é apresentada na [Figura 2](#), bem como a localização da estação Ponte Quebra Linha, da qual foram extraídos os dados de chuva e vazão que serviram de base para a análise hidrológica da região em estudo.

A quantidade e a qualidade dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica são função direta das características das chuvas que ali são precipitadas, ou seja, da intensidade, duração e frequência com que ocorrem, da forma do relevo, do tipo de solo, da cobertura vegetal do terreno e da forma com que se dá a inserção do homem nesse sistema.



**Figura 1.** Mapa de localização da APA de Cafuringa em relação às bacias hidrográficas do Distrito Federal.



**Figura 2.** Mapa de localização da APA de Cafuringa e da estação Ponte Quebra Linha em relação às grandes bacias hidrográficas brasileiras.

A forma aleatória de ocorrência dos fenômenos hidrológicos, distribuídos no espaço e no tempo, como é o caso das chuvas, faz com que sejam necessárias longas séries de dados hidrométricos, como os de chuva e vazão, para que esses possam ser analisados estatisticamente e, assim, possam ser determinados os padrões de comportamento hidrológico da região.

Na área pertencente à APA de Cafuringa, não foram encontrados registros de séries históricas de dados hidrométricos referentes ao comportamento dos seus cursos d'água, o que impossibilita uma análise detalhada e precisa sobre os recursos hídricos dessa região. Essa ausência de dados hidrológicos é uma situação comum, principalmente em rios com pequena área de drenagem, que não estão incluídos na abrangência da Rede Básica Hidrométrica Nacional, hoje sob gestão da Agência Nacional de Águas – ANA. Em se tratando, a APA de Cafuringa, de uma área de preservação ambiental e não havendo informações disponíveis sobre o estado atual dos seus recursos hídricos superficiais, não há conhecimento algum daquilo que se pretende preservar, ficando impossível a gestão desses recursos e a avaliação de possíveis impactos da ocupação humana nessa área. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi caracterizar preliminarmente os recursos hídricos superficiais dos principais rios, ribeirões e córregos que nascem nessa região.

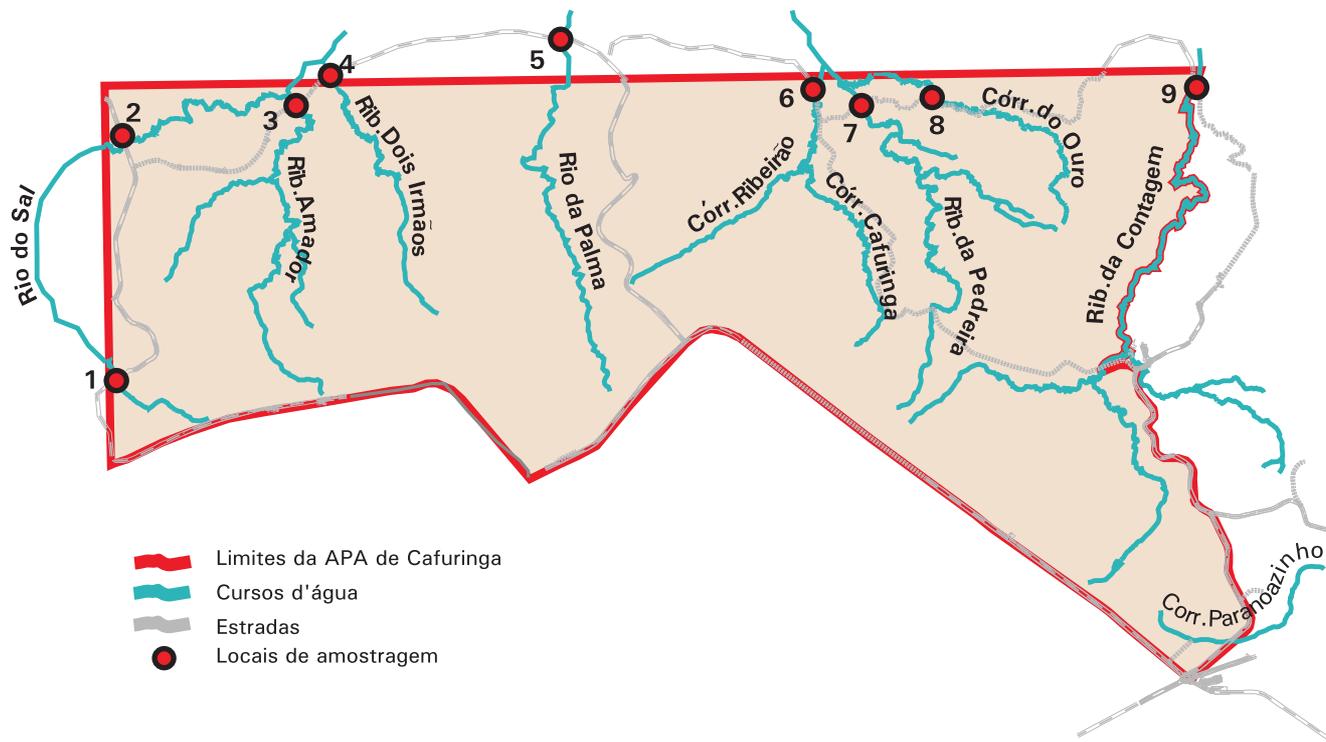
## Hidrografia

Como o relevo é bastante íngreme, variando abruptamente de 1.300 a 800 metros de altitude, os cursos d'água da região respondem rapidamente às precipitações ali ocorridas. Em seu acidentado caminho de descida, com o tempo, as águas superficiais deram origem a diversas cachoeiras na região, como a Mumunhas, a Monjolo e a do Poço Azul, que contribuem para o desenvolvimento do ecoturismo no Distrito Federal.

A drenagem dessa região é bastante recortada, seguindo, predominantemente, no sentido de sul para norte. Seus principais cursos d'água são os Rios do Sal e da Palma, os Ribeirões Amador, Dois Irmãos, Pedreira e da Contagem, e os Córregos Cafuringa, Ribeirão e do Ouro.

## Disponibilidade Hídrica

Devido a falta de dados hidrométricos da região, foram utilizadas técnicas de transposição de vazões da estação Ponte Quebra Linha ([Figura 3](#)), situada no Rio Maranhão, aos trechos estudados. As transposições dos dados de vazão foram efetuadas por meio da relação entre as áreas de drenagem dos locais analisados, determinadas por meio do uso de ferramentas de geoprocessamento e de mapas na escala 1:10.000.



**Figura 3.** Mapa dos principais cursos d'água da APA de Cafuringa e dos locais onde foram coletadas amostras para a análise físico-química das águas de superfície da região.

Como a estação Ponte Quebra Linha foi utilizada de base para a análise do comportamento hidrológico da região em estudo, todos os resultados gerados estão vinculados aos seus dados. Sendo assim, são apresentadas, a seguir, as análises dos dados de chuva e vazão desse posto de monitoramento.

## Dados de Chuva da Estação Ponte Quebra Linha

A série histórica de dados pluviométricos da estação Ponte Quebra Linha, de código 01448002 segundo a classificação adotada pela Agência Nacional de Águas – ANA, foi obtida no banco de dados hidrológicos sob gestão da mesma, disponível no “site” <http://hidroweb.ana.gov.br>. Essa estação apresentou dados desde 1969 até 2001, com uma falha no período entre 1995 e 1999. Da análise dos dados foram obtidos os resultados apresentados nas Figuras 4 e 5, relativos aos valores de precipitação total anual e média mensal na estação, respectivamente, sendo a precipitação média anual nessa localidade igual a 1.454 mm.

Como se pode observar na Figura 4, durante o período analisado a precipitação anual na estação apresentou uma variação entre 1.020 e 1.950 mm, indicando a possibilidade de ocorrência de anos mais secos e mais úmidos na região. Na Figura 5, nota-se a sazonalidade da chuva ao longo do ano na região, onde, em média, cerca de 88% da chuva ocorre no período de outubro a março.

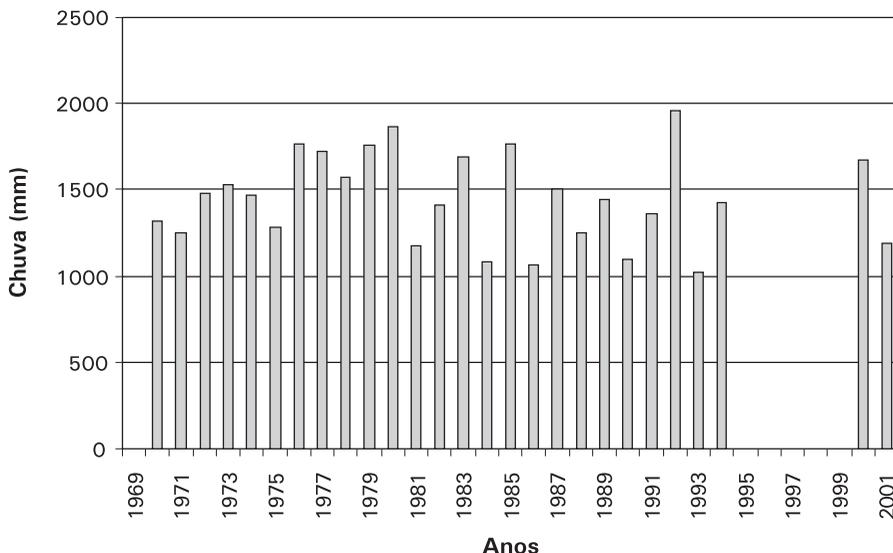
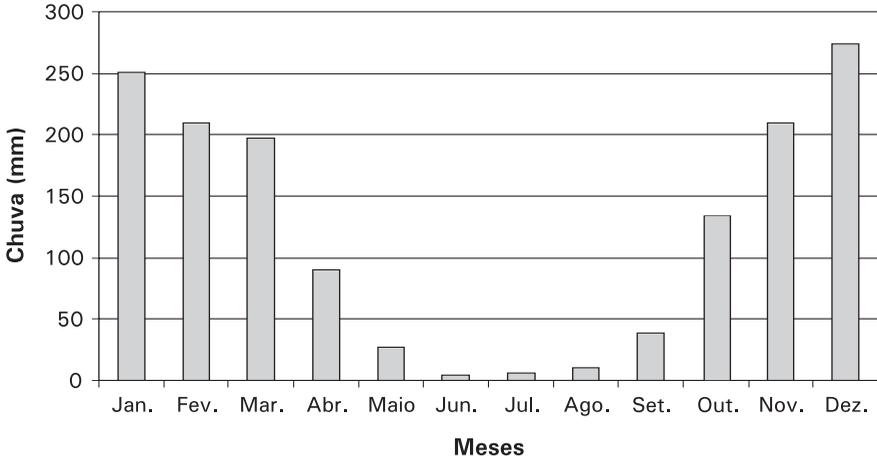
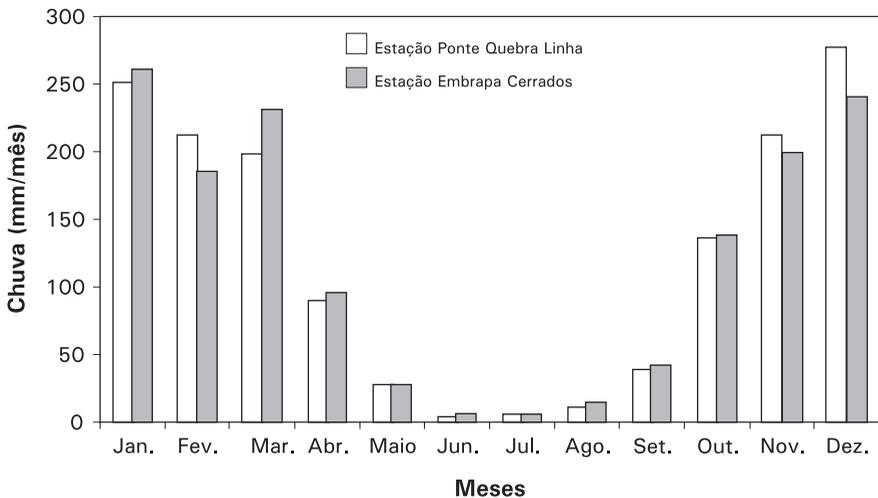


Figura 4. Precipitação anual na estação Ponte Quebra Linha (01448002).



**Figura 5.** Precipitação média mensal na estação Ponte Quebra Linha (01448002).

A estação Ponte Quebra Linha se localiza a cerca de 80 km da APA de Cafuringa, portanto, para a certificação de que seus dados pluviométricos podem ser considerados similares, efetuou-se a comparação desses com os dados da Estação Embrapa Cerrados (Figura 6), da Embrapa Cerrados, localizada na Bacia do Paraná, entretanto, a apenas 25 km da área em estudo, próxima à cidade de Planaltina, no Distrito Federal.



**Figura 6.** Dados de precipitação média mensal das estações Ponte Quebra Linha e Embrapa Cerrados.

Conforme se pode observar na [Figura 6](#), os histogramas de precipitação média mensal das duas estações é similar. O coeficiente de correlação entre os dados de precipitação média mensal das estações Ponte Quebra Linha e Embrapa Cerrados é igual a 98,7%. Em termos de média anual, a diferença entre os valores de precipitação das duas estações foi inferior a 2%. Portanto, não foram detectadas restrições à consideração dos dados pluviométricos médios mensais e anuais da estação Ponte Quebra Linha como sendo similares aos da APA de Cafuringa.

## Dados de Vazão da Estação Ponte Quebra Linha

Assim como os dados de chuva, os dados fluviométricos da estação Ponte Quebra Linha, de código 20050000, foram obtidos junto à [Agência Nacional De Águas, \(2002\)](#). A série histórica dessa estação compreende o período de 1966 a 2000 e os resultados da análise desses dados se encontram apresentados nas [Figuras 7, 8, 9 e 10](#). A vazão média (Q) do Rio Maranhão na estação Ponte Quebra Linha é de 140,54 m<sup>3</sup>/s e, sendo a área de drenagem nesse local igual a 11.008 km<sup>2</sup>, sua vazão específica média (Qesp) é de 12,77 L/s.km<sup>2</sup>.

Analisando a distribuição de freqüência das vazões médias mensais ocorridas na estação Ponte Quebra Linha, foi possível ajustar o modelo de distribuição de Weibull para o cálculo da probabilidade de excedências de vazão ([TUCCI, 2000](#)), representado na [Figura 10](#). Utilizando essa informação, pode-se estabelecer os níveis de probabilidade de ocorrência de determinada vazão. Analisando-se a [Figura 10](#), é possível concluir que, para o período analisado, por exemplo, a probabilidade de se obter uma vazão superior ou igual a 35,0 m<sup>3</sup>/s é de 0,95, ou seja, em 95% do tempo a vazão média mensal foi superior ou igual a esse valor. A probabilidade de excedência pode ser igualmente interpretada como o tempo de permanência de uma determinada vazão na estação.

Como a análise das vazões dos cursos d'água da APA de Cafuringa foi feita a partir dos dados da estação Ponte Quebra Linha e o único parâmetro a ser utilizado na transposição de vazões foi a área de drenagem, o comportamento hidrológico de todos os postos de análise deste trabalho será o mesmo, ou seja, a forma das curvas não terá variações, apenas os valores, que serão proporcionais às respectivas áreas de contribuição de cada ponto. A área de drenagem é um importante componente para o uso da técnica de transposição de vazões, contudo, existem vários outros fatores que determinam o comportamento hidrológico de

uma bacia, como a forma da área de drenagem, o tipo de solo, a cobertura vegetal, a declividade média da bacia, entre outros. Por isso, serão apresentados nas análises que seguem apenas os dados médios obtidos, pois, nesses, os erros são minimizados, permitindo uma maior aproximação dos dados reais.

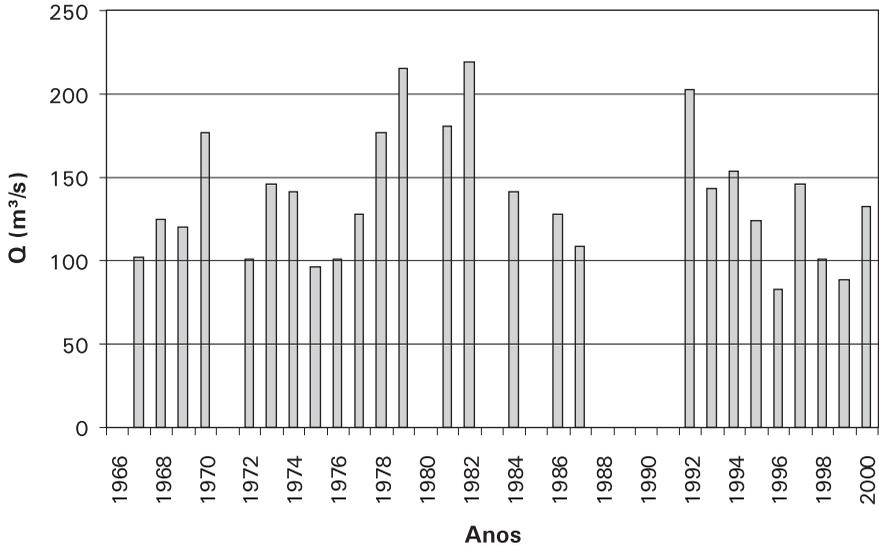


Figura 7. Vazão média anual na estação Ponte Quebra Linha (20050000).

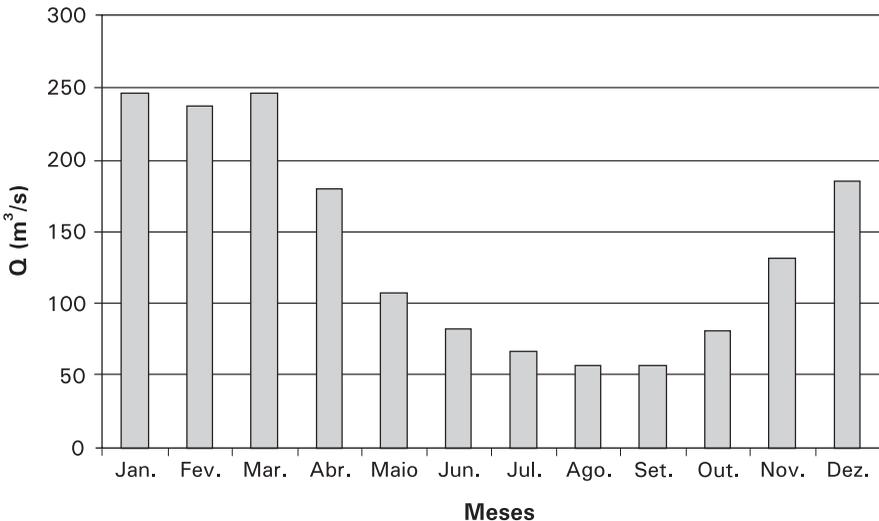
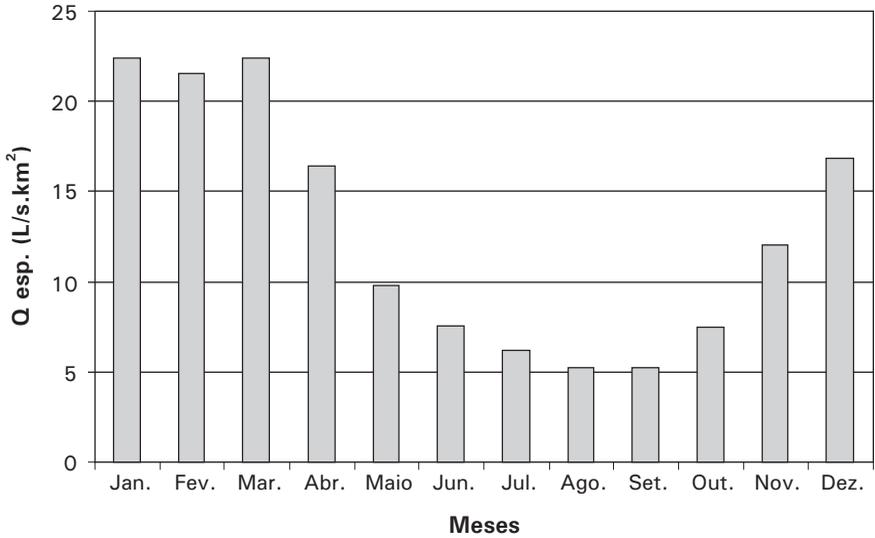
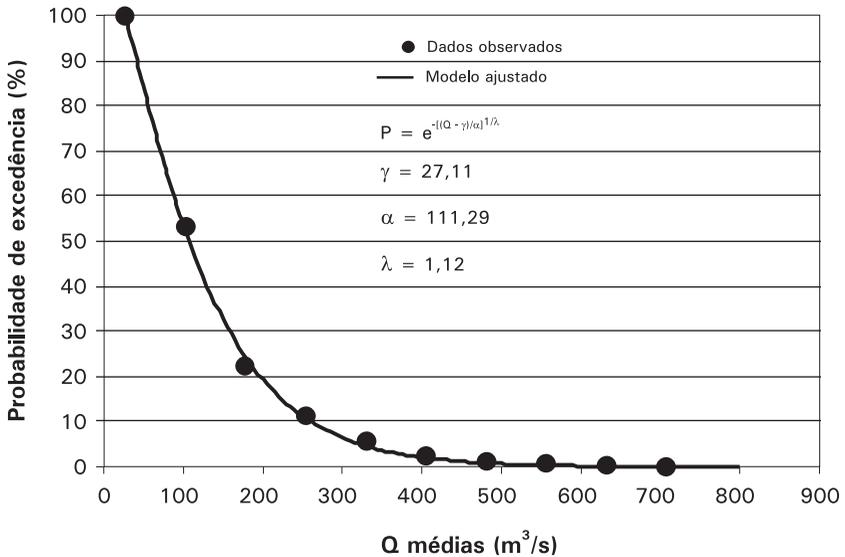


Figura 8. Vazão média mensal na estação Ponte Quebra Linha (20050000).



**Figura 9.** Vazão específica média mensal (Q esp.) na estação Ponte Quebra Linha (20050000).



**Figura 10.** Curva de permanência de vazões da estação Ponte Quebra Linha (20050000).

## Produção Hídrica na APA de Cafuringa

Na Tabela 1 são apresentadas as áreas de drenagem e os resultados das vazões médias estimadas de cada ponto analisado ([Figuras 2 e 3](#)).

**Tabela 1.** Áreas de drenagem e vazões médias estimadas dos locais analisados.

Estação	Curso d'água	Área (km <sup>2</sup> )	Fator de transposição	Q (m <sup>3</sup> /s)
Ponte Quebra Linha	Rio Maranhão	11008	-	140,54
1	Rio do Sal	11	0,0010	0,14
2	Rio do Sal	68	0,0062	0,87
3	Ribeirão Amador	60	0,0055	0,77
4	Ribeirão Dois Irmãos	32	0,0029	0,41
5	Rio da Palma	78	0,0071	0,10
6	Córrego Ribeirão	53	0,0048	0,68
7	Ribeirão da Pedreira	46	0,0042	0,59
8	Córrego do Ouro	12	0,0011	0,15
9	Ribeirão da Contagem	125	0,0114	1,60
APA de Cafuringa	-	465	0,0422	5,94

O fator de transposição apresentado na Tabela 1 é a relação entre a área de drenagem da estação Ponte Quebra Linha e a área de contribuição de cada um dos demais postos analisados. No caso da APA de Cafuringa, o cálculo foi feito em relação à sua área total.

Na Tabela 1, as vazões médias estimadas também podem ser obtidas pela multiplicação da área de drenagem de cada posto e a vazão específica média (Qesp) calculada para a estação Ponte Quebra Linha, que é de 12,77 L/s.km<sup>2</sup>, valor esse, bastante razoável para a região.

## Qualidade da Água na APA de Cafuringa

Conforme citado, a qualidade dos recursos hídricos de um curso d'água está diretamente relacionada às características físico-químicas da área de drenagem, bem como às alterações introduzidas a essa pelo homem.

Assim como os estudos de chuva e vazão, a adequada avaliação qualitativa de um rio depende de uma série histórica de medições, entretanto, para a região em análise, esses dados não foram encontrados. Assim, para que fosse possível transmitir alguma informação sobre esse assunto, no dia 22 de novembro de 2002, foi realizada uma coleta de amostras de água dos principais córregos, ribeirões e rios da APA de Cafuringa, nos 9 pontos apresentados na [Figura 3](#). Posteriormente, nos laboratórios da Embrapa Cerrados, foram efetuadas diversas análises físico-químicas dessas amostras, que terão seus resultados apresentados na seqüência deste trabalho.

O mês de novembro é bastante chuvoso na região, por isso, as coletas das amostras foram realizadas um dia depois da última precipitação pluviométrica na área, buscando minimizar a influência direta do escoamento superficial na qualidade das águas que fluíam na APA de Cafuringa no dia da amostragem.

No campo, por meio de uma sonda para avaliação da qualidade de água (HORIBA U10), foram medidos o pH, a condutividade elétrica (cond.), a temperatura (temp.), a turbidez (turb.) e o oxigênio dissolvido (O.D.) das amostras de água coletadas.

Os métodos utilizados para todas as determinações efetuadas no laboratório estão de acordo com [American Public... \(1985\)](#). A concentração de sedimentos em suspensão foi determinada utilizando-se os procedimentos de filtração (#0,45mm), secagem e pesagem. Depois do devido tratamento das amostras, foram determinadas as concentrações de Nitrato ( $\text{NO}_3$ ) e Amônio ( $\text{NH}_4$ ), utilizando o espectrofotômetro "Shimadzu", modelo UV-210A. As medições de Sódio (Na) e potássio (K) foram efetuadas no fotômetro de chama "Hitachi", modelo 205D. A demanda química de oxigênio (DQO) e a alcalinidade (alc.) foram obtidas por titulometria. Para as determinações quantitativas de Alumínio (Al), Boro (B), Cálcio (Ca), Ferro (Fe), Magnésio (Mg), Silício (Si) e Fósforo (P), foi utilizado o espectrômetro de emissão atômica com plasma indutivamente acoplado (ICP-AES).

Na [Tabela 2](#) é apresentado o resumo dos resultados obtidos aos nove pontos amostrados durante a campanha ([Figura 3](#)).

**Tabela 2.** Resultados das análises físico-químicas das amostras coletadas nos principais cursos d'água da APA de Cafuringa

Est.	Curso D'água	pH	Alc.	Cond.	Temp.	O.D.	Turb.	Sal.	Conc.	Al	Si	P	Ca	Mg	Na	K	Fe	B	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	DQO
			mg/L	µS/cm	°C	mg/L	NTU	%													
1	Rio do Sal	5,50	0,98	4	23,6	3,12	4	ND	4	0,07	2,49	ND	0,31	0,25	2	8	0,15	0,001	0,20	ND	1,5
2	Rio do Sal	6,74	3,40	39	24,7	6,60	370	ND	125	0,50	2,35	ND	5,93	1,62	6	26	0,44	0,009	1,05	ND	1,8
3	Ribeirão Amador	7,67	37,36	160	25,6	6,50	9	ND	3	0,02	2,98	ND	30,22	5,77	5	18	0,11	0,003	0,29	ND	1,0
4	Ribeirão Dois Irmãos	6,40	47,42	147	25,4	6,60	7	ND	3	0,05	3,04	ND	27,70	5,04	5	16	0,16	0,006	0,18	ND	1,5
5	Rio da Palma	6,38	5,14	12	26,0	6,33	9	ND	2	0,04	2,30	ND	1,62	0,73	3	9	0,17	0,000	0,06	ND	2,0
6	Córrego Ribeirão	7,29	9,86	28	25,9	5,44	7	ND	0	0,03	2,70	ND	4,76	1,08	4	16	0,21	0,003	0,09	ND	0,7
7	Ribeirão da Pedreira	7,30	62,08	207	27,0	4,37	7	ND	0	0,01	3,70	ND	33,69	9,98	6	33	0,08	0,006	0,23	ND	0,7
8	Córrego do Duro	7,27	48,76	187	28,4	4,78	4	ND	1	0,01	3,96	ND	22,14	12,54	9	40	0,09	0,004	0,28	ND	0,9
9	Ribeirão da Contagem	7,49	102,02	227	26,6	6,27	16	ND	3	0,04	3,07	ND	37,35	9,74	22	31	0,09	0,007	0,89	ND	0,6

em que: Est. = número de identificação da estação; Alc. = alcalinidade; Cond. = condutividade elétrica; Temp. = temperatura; O.D. = oxigênio dissolvido; Turb. = turbidez; Sal. = salinidade; e Conc. = concentração de sedimentos em suspensão.

Analisando-se os dados apresentados na [Tabela 2](#), pode-se observar que alguns parâmetros apresentam alta correlação entre si. Os casos mais evidentes são detectados entre a condutividade elétrica (cond.), a quantidade de cálcio (Ca) e a alcalinidade (alc.), que obtiveram coeficiente de correlação igual a 1,00, assim como entre a turbidez (turb.), a concentração de sedimentos em suspensão (conc.) e a quantidade de alumínio (Al) na água, em que o coeficiente de correlação obtido da análise efetuada de dois em dois parâmetros foi superior a 0,92. Essa informação indica que o alumínio detectado na água é proveniente da parcela de solo erodido que alcançou o curso d'água.

O conhecimento da correlação entre os elementos presentes na água é fundamental, podendo otimizar custos e agilizar o processo de análise e gestão da água. O caso apresentado é um excelente exemplo disso, uma vez que os resultados demonstraram haver uma correlação direta entre a turbidez da água e sua concentração de alumínio. Como a ingestão contínua de alumínio é prejudicial à saúde humana, a turbidez passa a ser um importante indicativo da potabilidade da água.

Fato interessante é observado no Rio do Sal, onde a qualidade da água variou substancialmente entre a estação 1, a montante, e a estação 2, a jusante. Quase todos os parâmetros sofreram alteração ao longo do trecho do rio entre essas duas estações, o que também pode ser constatado visualmente, conforme apresentado nas [Figuras 11 e 12](#), em que a água no ponto 1 é clara, livre de sedimentos, enquanto no ponto 2, é barrenta. Uma hipótese para explicar essa diferença é existência de uma diferença significativa nas características físicas das áreas de drenagem. Como se pode observar na [Figura 11](#), no trecho mais a montante da bacia o rio escoava sobre rocha, já na imagem do ponto amostrado a jusante ([Figura 12](#)), o leito do rio é de terra, sendo possível visualizar, inclusive, um trecho que apresenta sinais de erosão na margem. Outra possibilidade é de que a de ter havido um evento de chuva entre as estações, mas, pela proximidade entre elas (9 km), é pouco provável. Seriam necessários mais dados para a compreensão exata do fenômeno, mas esses não foram possíveis neste trabalho.

Os demais cursos d'água da APA de Cafuringa apresentaram águas incolores, praticamente sem sedimentos em suspensão, o que pode ser comprovado pelos dados de concentração (conc.) e turbidez (turb.) da [Tabela 2](#). A [Figura 13](#) representa bem as características da maior parte dos cursos d'água que nascem na região, sendo eles límpidos, encachoeirados, encaixados na topografia, que apresenta grandes declividades, correm sobre leitos com presença de pedras, e têm a Mata Ciliar preservada.



**Figura 11.** Rio do Sal no ponto 1 de amostragem, mais a montante da bacia.



**Figura 12.** Rio do Sal no ponto 2 de amostragem, mais a jusante da bacia.



**Figura 13.** Rio da Palma no ponto de amostragem número 5.

A avaliação da qualidade da água de uma determinada fonte está sempre atrelada ao uso para o qual ela se destina. Na Tabela 3 apresenta-se a correlação, dada por [Brasil \(1986\)](#), entre a classe e os usos passíveis de serem adotados em função da qualidade dos recursos hídricos disponíveis.

**Tabela 3.** Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes (Conama nº 20/86).

Classe	Usos permitidos
Especial	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção;</li> <li>• Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento doméstico depois do tratamento simplificado;</li> <li>• Proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• Recreação de contato primário (natação, mergulho);</li> <li>• Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem junto ao solo e que sejam ingeridas cruas e sem a remoção da película;</li> <li>• Criação natural ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento doméstico depois do tratamento convencional;</li> <li>• Proteção das comunidades aquáticas;</li> <li>• Recreação de contato primário;</li> <li>• Irrigação de hortaliças e plantas frutíferas;</li> <li>• Criação natural ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento doméstico depois do tratamento convencional;</li> <li>• Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;</li> <li>• Dessedentação de animais.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Navegação;</li> <li>• Harmonia paisagística;</li> <li>• Usos menos exigentes.</li> </ul>

Fonte: Blum, 2003.

Para efeito de comparação e análise dos dados da [Tabela 2](#), são apresentados a seguir, na Tabela 4, os padrões de qualidade de água para águas superficiais fornecidos por Brasil 1986 e os padrões para água potável, segundo a [Fundação Nacional De Saúde \(2001\)](#). Constam da tabela apenas os parâmetros analisados neste trabalho.

**Tabela 4.** Padrões de água doce segundo a classificação de Brasil (1986) e Fundação Nacional De Saúde, (2001).

Parâmetro	Unidade	Padrão do corpo d'água					Portaria
		Classes					
		Especial	1	2	3	4	1.469
Turbidez	uT (NTU)	1	40	100	100	-	5
pH	un.	6,5 a 8,5	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	-
OD	mg/L	≥ 6	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2	-
Alumínio	mgAl/L	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,2
Boro	mgB/L	-	0,75	0,75	0,75	-	-
Ferro solúvel	mgFe/L	0,3	0,3	0,3	5,0	-	0,3
Fosfato total	mgP/L	0,025	0,025	0,025	0,025	-	-
Nitrato	mgN/L	10	10	10	10	-	10

Fonte: Blum, 2003.

Comparando-se as [Tabelas 2](#) e 4, pode-se concluir o seguinte:

- O pH na amostra da estação 1, no Rio do Sal, está abaixo dos valores apresentados na Resolução Conama nº 20/86.
- Quanto ao parâmetro O.D., as amostras 2, 3, 4, 5 e 9 estão nas classes 1 e especial, a 6 na classe 2, a 7 e a 8 na classe 3, e a 1 na classe 4.
- A turbidez da amostra 2 (Rio do Sal) foi superior aos valores da Tabela 4.
- A concentração de alumínio (Al.) da amostra 2 excedeu os valores da Resolução e da Portaria apresentados.
- Quanto à concentração de ferro, a amostra 2 foi a única que ultrapassou os limites apresentados na Tabela 4, sendo enquadrada na classe 3.

Muitas das reações químicas que ocorrem na água são afetadas pela variação do pH, o que tem influência direta na vida aquática. Muitos organismos podem sobreviver em ambientes com pH menor que 5,0, mas sob essas condições, os

metais têm facilidade em se solubilizar, aumentando a possibilidade de toxicidade ([PORTO et al., 1991](#)). O pH acima de 6,0 facilita o desenvolvimento da ictiofauna. Entre as substâncias que influenciam o valor do pH está o gás carbônico que, ao ser dissolvido na água, forma o ácido carbônico, reduzindo o pH. Outro fator que pode contribuir para o baixo pH encontrado na estação 1 é a baixa alcalinidade. A alcalinidade representa a capacidade que um sistema aquoso tem de neutralizar ácidos, o que, por sua vez, depende da presença de alguns elementos, como o Cálcio (Ca), que nesse caso, apresentou uma concentração muito baixa.

Segundo [Esteves \(1998\)](#), entre os gases dissolvidos na água o oxigênio (O<sub>2</sub>) é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. [Braga et al. \(2002\)](#) afirmam que a concentração de oxigênio dissolvido é um dos indicadores de qualidade da água mais utilizados por estar diretamente relacionado aos tipos de organismos que podem sobreviver num corpo d'água. Para a sobrevivência de peixes e outras espécies, por exemplo, esse parâmetro deve ter uma concentração mínima de 2 mg/L. Para algumas espécies mais exigentes esse valor deve superar 4 mg/L. Dentre as variáveis limnológicas, a concentração de oxigênio dissolvido se destaca como uma das que mais varia ao longo do dia em função, principalmente, da intensidade luminosa e da temperatura. Nas amostragens realizadas não foi possível detectar essa variação em função da temperatura e da luminosidade. Daí, pode-se concluir que há efetivamente diferença entre as concentrações de O.D. nos diferentes locais, mesmo que essas sofram alguma alteração ao longo do dia.

Nesse caso, fica evidente que o elevado valor de turbidez medido na estação 2 está relacionado à concentração de sedimentos em suspensão na água. A elevação da turbidez inibe a penetração de luz no meio, alterando entre outros, o processo de fotossíntese, podendo afetar todo o meio biótico ([BRAGA et al., 2002](#)). A elevada turbidez também afeta a busca por alimento de algumas espécies.

Pesquisas indicam que o consumo de água com concentração de Alumínio superior a 0,1 mg/L pode causar danos neurológicos aos seres humanos ([BAIRD, 2002](#)). Portanto, no momento da coleta da amostra 2, aquela água não era adequada ao consumo.

O Ferro é um elemento de baixa toxicidade ao seres vivos. Esse mineral é essencial para a produção de glóbulos vermelhos presentes no sangue humano e

sua deficiência pode causar, entre outros, anemia. Quando presente em elevadas concentrações na água, pode conceder gosto e odor a ela, além de seu uso para limpeza restrito, podendo ocasionar manchas, como em roupas e paredes. O excesso de Ferro na água também pode favorecer à ocorrência de entupimentos em sistemas de captação e condução de água.

O presente estudo, conforme explicitado anteriormente, se trata de uma caracterização preliminar dos recursos hídricos da região, contudo, só os dados apresentados até agora já indicam a necessidade de um monitoramento hidrológico sistemático da APA de Cafuringa para o melhor conhecimento sobre as suas águas, possibilitando, assim, o adequado uso de seus recursos hídricos.

## Qualidade das Águas para Irrigação

Apesar de a região em estudo se tratar de uma Área de Proteção Ambiental - APA, portanto, com restrições quanto ao aproveitamento de seus recursos naturais, buscou-se, nesse item, verificar se os dados de qualidade de água levantados se inserem nos padrões exigidos para a prática da irrigação.

A salinidade da água tem forte relação com o potencial osmótico, com a toxicidade iônica específica e com a degradação das condições físicas do solo. Essas variáveis podem determinar a redução das taxas de crescimento da planta, de sua produtividade e, em casos mais extremos, a perda total da plantação (PAGANINI, 2003). Por isso, esse é um parâmetro que deve ser avaliado para a definição da qualidade da água para a irrigação. Na Tabela 5 é apresentada uma classificação das águas de irrigação quanto às suas salinidades.

**Tabela 5.** Classes de salinidade para águas de irrigação.

Classe	Salinidade	SDT (mg/L)	Cond.	
			( $\mu$ S/cm)	(dS/m)
1	Baixa	0 a 175	0 a 270	0 a 0,3
2	Média	125 a 500	270 a 780	0,3 a 0,8
3	Alta	500 a 1.500	780 a 2.340	0,8 a 2,3
4	Muito alta	1.500 a 3.500	2.340 a 5.470	2,3 a 5,5
5	Extremamente alta	> 3.500	> 5.470	> 5,5

SDT = sólidos dissolvidos totais; Cond. = condutividade elétrica  
Fonte: Paganini, 2003.

Além da salinidade, outro fator muito importante na avaliação da qualidade da água para a irrigação é o que relaciona as concentrações de sódio (Na), cálcio (Ca) e magnésio (Mg). Quando a concentração de sódio é muito superior às de cálcio e de magnésio, a infiltração da água no solo é dificultada, trazendo

prejuízos às culturas. A relação utilizada para calcular a magnitude desse problema é definida como a Razão de Adsorção de Sódio (RAS) e é dada por:

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$$

em que as concentrações dos íons são expressas em miliequivalentes por litro (meq/L).

Utilizando os dados apresentados na [Tabela 2](#) e a equação apresentada acima, foram determinadas as Razões de Adsorção de Sódio (RAS) dos 9 pontos amostrados. Da amostra 1 a 9, os resultados foram os seguintes: 0,65; 0,56; 0,22; 0,23; 0,49; 0,43; 0,23; 0,38; e 0,83.

Na Tabela 6, são apresentadas diretrizes para a interpretação dos dados de qualidade de água para uso em irrigação, e na [Tabela 7](#), as análises laboratoriais necessárias para a avaliação das águas para esse fim, segundo [FAO \(1985\)](#).

**Tabela 6.** Diretrizes para interpretar a qualidade da água para irrigação.

Problema potencial	Unidades	Grau de restrição para o uso		
		Nenhum	Ligeiro ou moderado	Severo
<b>Salinidade</b>				
Cond.	dS/m	< 0,7	0,7 a 3,0	> 3,0
ou SDT	mg/L	< 450	450 a 2.000	> 2.000
<b>Infiltração</b>				
RAS = 0 a 3 e Cond. =		> 0,7	0,7 a 0,2	< 0,2
RAS = 3 a 6 e Cond. =		> 1,2	1,2 a 0,3	< 0,3
RAS = 6 a 12 e Cond. =	dS/m	> 1,9	1,9 a 0,5	< 0,5
RAS = 12 a 20 e Cond. =		> 2,9	2,9 a 1,3	< 1,3
RAS = 20 a 40 e Cond. =		> 5,0	5,0 a 2,9	< 2,9
<b>Toxicidade de íons</b>				
Sódio (Na)				
Irrigação por superfície	RAS	< 3	3 a 9	> 9
Irrigação por aspersão	meq/L	< 3	> 3	
Cloreto (Cl)				
Irrigação por superfície	meq/L	< 4	4 a 10	> 10
Irrigação por aspersão	meq/L	< 3	> 3	
Boro (B)	mg/L	< 0,7	0,7 a 3,0	> 3,0
<b>Outros</b>				
Nitrato (NO <sub>3</sub> - N)	mg/L	< 5,0	5,0 a 30	> 30
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )	meq/L	< 1,5	1,5 a 8,5	> 8,5
PH			Faixa normal: 6,5 a 8,4	

Fonte: [FAO, 1985](#).

**Tabela 7.** Determinações necessárias para avaliar a qualidade da água para irrigação.

Parâmetro	Símbolo	Unidade	Valores normais em água de irrigação
<b>Salinidade</b>			
Quantidade de sal			
Condutividade elétrica.	Cond.	dS/m	0 a 3
ou			
Sólidos dissolvidos totais	SDT	Mg/L	0 a 2.000
Cátions e ânions			
Cálcio	Ca <sup>++</sup>	Meq/L	0 a 20
Magnésio	Mg <sup>++</sup>	Meq/L	0 a 5
Sódio	Na <sup>+</sup>	Meq/L	0 a 40
Carbonato	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Meq/L	0 a 0,1
Bicarbonato	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Meq/L	0 a 10
Cloreto	Cl <sup>-</sup>	Meq/L	0 a 30
Sulfato	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Meq/L	0 a 20
Nutrientes			
Nitrato	NO <sub>3</sub>	Mg/L	0 a 10
Amônio	NH <sub>4</sub>	Mg/L	0 a 5
Fósforo	P	Mg/L	0 a 2
Potássio	K	Mg/L	0 a 2
<b>Outros</b>			
Boro	B	Mg/L	0 a 2
pH	ud.	1 a 14	6,0 a 8,5
RAS	RAS	Meq/L	0 a 15

Fonte: [FAO, 1985](#).

Comparando-se os dados obtidos com os da [Tabela 6](#), observou-se que a água, em todos os pontos amostrados, pode apresentar restrições à prática da irrigação no quesito infiltração. O problema potencial, nesse caso, decorre do fato das águas analisadas apresentarem condutividade elétrica e RAS muito baixos (Cond < 0,3 e RAS < 3), podendo produzir o fenômeno de expansão da estrutura interna das argilas do tipo 2:1 devido ao efeito osmótico. Quando a água do solo possui baixa condutividade elétrica, a diferença de potencial osmótico entre a solução do solo e aquela presente entre as camadas de minerais que formam a argila pode induzir a entrada de água na argila, provocando seu “inchamento” e, conseqüentemente, a desestruturação do solo, dificultando o processo de infiltração. Nos solos com predominância de argila do tipo caulinita, esse fenômeno não é relevante.

Uma das preocupações quanto ao uso da água está relacionada com sua dureza, isto é, a concentração de sais de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). A medida de dureza da água pode ser diretamente relacionada com a concentração de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), a qual é equivalente à alcalinidade. Segundo [Kentucky Water Division \(2003\)](#), a classificação da dureza das águas pode ser dada, em termos da alcalinidade (mg/L), da seguinte forma: 0 a 75, mole; 75 a 150, moderadamente dura; 150 a 300, dura; e acima de 300, muito dura. Sendo assim, de acordo com a [Tabela 2](#), apenas a amostra 9, do Ribeirão da Contagem, foi classificada como “moderadamente dura”. As demais foram classificadas como “moles”.

Quanto ao potencial de precipitação de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), segundo a metodologia apresentada por [Ayers & Westcot \(1991\)](#), pode-se observar que, para fins de irrigação, nenhuma das águas analisadas apresentou restrições. Portanto, em sistemas de irrigação localizada, não se espera a ocorrência de obstrução de emissores.

Ainda comparando os resultados da [Tabela 2](#) com os valores da [Tabela 6](#), observa-se que o pH da estação 1, no Rio do Sal, apresentou valores inferiores aos considerados normais. Cabe ressaltar que alguns parâmetros presentes na [Tabela 6](#) não foram analisados neste estudo.

Na [Tabela 7](#) são apresentados os parâmetros que devem ser avaliados para verificar a adequabilidade do uso de determinada fonte hídrica para irrigação, bem como a faixa de resultados esperados para cada um deles.

Analisando-se os resultados apresentados na [Tabela 2](#) com os valores adequados para a água utilizada na irrigação ([Tabela 7](#)), os únicos parâmetros que apresentaram resultados incongruentes foram o pH da estação 1, no Rio do Sal, que apresentou um valor de 5,5 e a concentração de potássio, que em todas as amostras foram superiores aos valores considerados normais. Como a região não tem uma grande influência antrópica, acredita-se que as altas concentrações de potássio sejam provenientes da própria constituição das rochas e dos solos da área. O excesso de potássio não chega a constituir um problema ao uso dessa água, mas deve ser conhecido para que seu aproveitamento seja otimizado, minimizando os custos de eventuais correções de solo para a prática agrícola.

Segundo [Nakayama \(1982\)](#), quando a água tem concentração de sedimentos em suspensão superior a 100 mg/L, há restrições de seu uso em sistemas de irrigação localizada devido ao severo risco de entupimentos. Sendo assim, no momento da amostragem feita na estação 2, no Rio do Sal, a água não era própria para uso em sistemas de irrigação localizada (gotejamento e microaspersão).

## Considerações Finais

1. No decorrer deste trabalho, ficou evidente a necessidade de implementação de um sistema de monitoramento hidrológico mais adequado para possibilitar estudos mais aprofundados sobre os recursos hídricos disponíveis na APA de Cafuringa.
2. A exploração mineral e a ocupação humana são as potenciais fontes de poluição das águas da APA de Cafuringa. Com o tempo, a tendência natural das áreas próximas a grandes centros urbanos é de ampliação da influência humana e, se a falta de monitoramento persistir, os possíveis impactos ambientais só serão notados no momento em que a situação for crítica e, muitas vezes, irreversíveis. É assim que aconteceu na maior parte das regiões do mundo que hoje se encontram com os recursos hídricos sob condições de conflito.
3. Diante do exposto, cabe ressaltar a importância da ampliação da rede de monitoramento hidrológico, não só no Distrito Federal, mas em todo o Brasil, para o melhor conhecimento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos disponíveis para o desenvolvimento do país, e para que esse ocorra de forma a não comprometer o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas.

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. Série de dados hidrológicos. Disponível em: < <http://hidroweb.ana.gov.br> >. Acesso em: 10 dez. 2002.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 16. ed. Washington, 1985. 1268 p.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1991, 218 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

BAIRD, C. Química ambiental. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622 p.

BLUM, J. R. C. Critérios e padrões de qualidade da água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso da água**. Barueri: Manole, 2003. 591 p.

BRAGA, B; HESPANHOL, I; COTEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 p.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Conama nº 20, de 18 de julho de 1986. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, edição de 30 de julho de 1986. Disponível em: <<http://mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 15 nov. 2002.

ENVIRONMENT PROTECTION AUTHORITY OF VICTORIA - EPA. **Guidelines for wastewater irrigation**. Melbourne, 1991. (Publication, 168).

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

FAO. Water quality for agriculture. **Irrigation and drainage**. Rome, 1985. 174 p. (Paper 29).

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Portaria nº 1.469, de 29 de dezembro de 2000**. Brasília, 2001. 32 p.

KENTUCKY WATER DIVISION. Disponível em: <<http://water.nr.state.ky.us/ww/ramp/rmhard.htm>>. Acesso em: 2 fev. 2003.

NAKAYAMA, F. S. Water analysis and treatment techniques to control emitter plugging. Water, energy and economic alternatives. In: **Annual technical conference proceedings**. Portland: The Irrigation Association, 1982. p. 97-112.

PAGANINI, W. S. Reúso da água na agricultura. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **Reúso da água**. Barueri: Manole, 2003. 591 p.

PORTO, R. L.; BRANCO, S. M.; CLEARY, R. W. **Hidrologia ambiental**. São Paulo: Imprensa Universitária, 1991. 414 p.

TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: Ed. Univ. UFRGS: ABRH, 2000. 943 p.

# Preliminary Characterization of the Water Resources of the Cafuringa's Environmental Protection Area in the Brazilian Federal District

---

**Abstract** – *The Cafuringa's environmental protection area is considered one of the last natural areas of the Brazilian Federal District. The lack of hydrological data and information represent a risk for the preservation of this area. So, the main objective of this work is to present a preliminary survey about the quantity and the quality of the water resources available in this region to support its appropriate management.*

*Index terms: water management, water quantity, water quality.*