



XI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

DETERMINAÇÃO DO FATOR HIDROLÓGICO: UM NOVO PARÂMETRO PARA SE AVALIAR ANOS HIDROLÓGICOS NORMAIS, ANOS COM DÉFICIT HÍDRICO OU ANOS COM EXCEDENTE HÍDRICO.

MSc Mário Jorge de Souza Gonçalves¹; Dr Geraldo da Silva Vilas Bôas²

RESUMO - Este trabalho procura determinar, através de método gráfico, os anos hidrológicos normais, com excedente hídrico ou seca hidrológica. Trazendo uma nova ferramenta de trabalho, que facilite a compreensão dos dados hidrológicos pelos gestores de maneira que possibilite uma sistemática de ações nas quais sejam possíveis à organização e a minimização dos impactos socioambientais decorrentes da escassez ou excedentes hídricos. Na exemplificação do modelo foram utilizados os dados pré-existent de vazões máximas e mínimas, médias máximas e mínimas, para o período de 1930 a 2011, na bacia do rio Paraguaçu na Estação 51280000, em Iaçú. Na análise dos dados hidrológicos foram consideradas as médias das vazões máximas e mínimas, da seguinte forma: a) valores máximos e mínimos acima ou iguais a média máxima ou média mínima, respectivamente, valor hidrológico: 2 (excedente hídrico); b) pelo menos um valor máximo ou mínimo acima da média, valor hidrológico: 1 (ano normal); c) valores máximos e mínimos abaixo da média, valor hidrológico: 0 (ano com déficit hídrico ou seca hidrológica).

ABSTRACT - This work attempts to establish, through graphical method, the hydrological years normal, with surplus water or water shortage. Bringing a new working tool, which facilitates the understanding of hydrological data by managers in a way that enables a systematic actions in which are possible to the organization and the minimization of environmental impacts resulting from the shortage or surplus water. In examples of model data were used pre-existing PFC maximum and minimum, average maximum and minimum, for the period 1930 to 2011, in the basin of the river Paraguaçu Station in 51280000, in Iaçú. In the analysis of hydrological data were considered to be the medium of PFC maximum and minimum, as follows: a) maximum and minimum values above or equal to the average maximum or minimum mean, respectively, hydrological value: 2 (surplus water); (b) at least a maximum or minimum value above average, hydrological value: 1 (normal year); (c) maximum and minimum values below average, hydrological value: 0 (year with water deficit or hydrological drought).

Palavras-chave - Fator Hidrológico, Excedente Hídrico, Déficit Hídrico.

1

1) INEMA: Rua Rio São Francisco, nº 1, Monte Serrat, Salvador, BA, Brasil. CEP: 40425-060. Tel.: (71)3117-1202. Fax: (71)3117-1204. inema1@inema.ba.gov.br

UFBA/CPGG: Rua Barão de Geremoabo S/N. Instituto de Geociências, sala 312-C - Campus Universitário de Ondina, Salvador, BA, Brasil. CEP: 40170-280. Tel.: (71)3283-8534. Fax.: (71) 3283-8501. pgeol@cpgg.ufba.br

UEFS/GEOTRÓPICOS: Avenida Transnordestina, s/n, Bairro Novo Horizonte, Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Feira de Santana, BA, Brasil. CEP: 44.036-900. Tel.: (75) 31618097. geotropicos@yahoo.com.br

2) UFBA/CPGG: Rua Barão de Geremoabo S/N. Instituto de Geociências, sala 312-C - Campus Universitário de Ondina, Salvador, BA, Brasil CEP: 40170-280. Tel.: (71)3283-8534. Fax.: (71) 3283-8501. pgeol@cpgg.ufba.br



INTRODUÇÃO - As vazões dos rios em regiões semiáridas estão diretamente relacionadas às precipitações pluviométricas nestas regiões, a maneira como estas águas chegam até as drenagens, seus volumes, tempo de retardo e suas consequências devem ser estudadas e avaliadas para que se evitem catástrofes naturais ou para que se possa tirar um maior proveito das águas superficiais existentes nestas regiões tão carentes de recursos hídricos. Desta maneira foi escolhida a bacia hidrográfica do rio Paraguaçu, localizada em região semiárida, para se avaliar a uma série histórica fluviométrica e se determinar os anos hidrológicos normais, com excedente hídrico ou seca hidrológica.

A bacia hidrográfica do rio Paraguaçu está localizada entre as coordenadas $-11^{\circ} 11'$ a $13^{\circ} 42'$ de latitude sul e $-38^{\circ} 48'$ a $42^{\circ} 07'$ de longitude oeste, situada na região centro-leste do Estado da Bahia. O canal principal do rio Paraguaçu se orienta de sul a norte, a partir de sua nascente em Barra da Estiva, até o município de Andaraí e segue no sentido oeste – leste, até a sua foz na Baía de Iguape. Apresenta um regime perene, em toda sua extensão e totaliza uma superfície de 54.877 km². Porém como esta bacia possui muitos períodos com seca, em função de sua localização em clima semiárido, foi escolhida para testar o método (Figura 1).

1) INEMA: Rua Rio São Francisco, nº 1, Monte Serrat, Salvador, BA, Brasil. CEP: 40425-060. Tel.: (71)3117-1202. Fax: (71)3117-1204. inema1@inema.ba.gov.br

UFBA/CPGG: Rua Barão de Geremoabo S/N. Instituto de Geociências, sala 312-C - Campus Universitário de Ondina, Salvador, BA, Brasil. CEP: 40170-280. Tel.: (71)3283-8534. Fax.: (71) 3283-8501. pgeol@cpgg.ufba.br

UEFS/GEOTRÓPICOS: Avenida Transnordestina, s/n, Bairro Novo Horizonte, Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Feira de Santana, BA, Brasil. CEP: 44.036-900. Tel.: (75) 31618097. geotropicos@yahoo.com.br

2) UFBA/CPGG: Rua Barão de Geremoabo S/N. Instituto de Geociências, sala 312-C - Campus Universitário de Ondina, Salvador, BA, Brasil CEP: 40170-280. Tel.: (71)3283-8534. Fax.: (71) 3283-8501. pgeol@cpgg.ufba.br

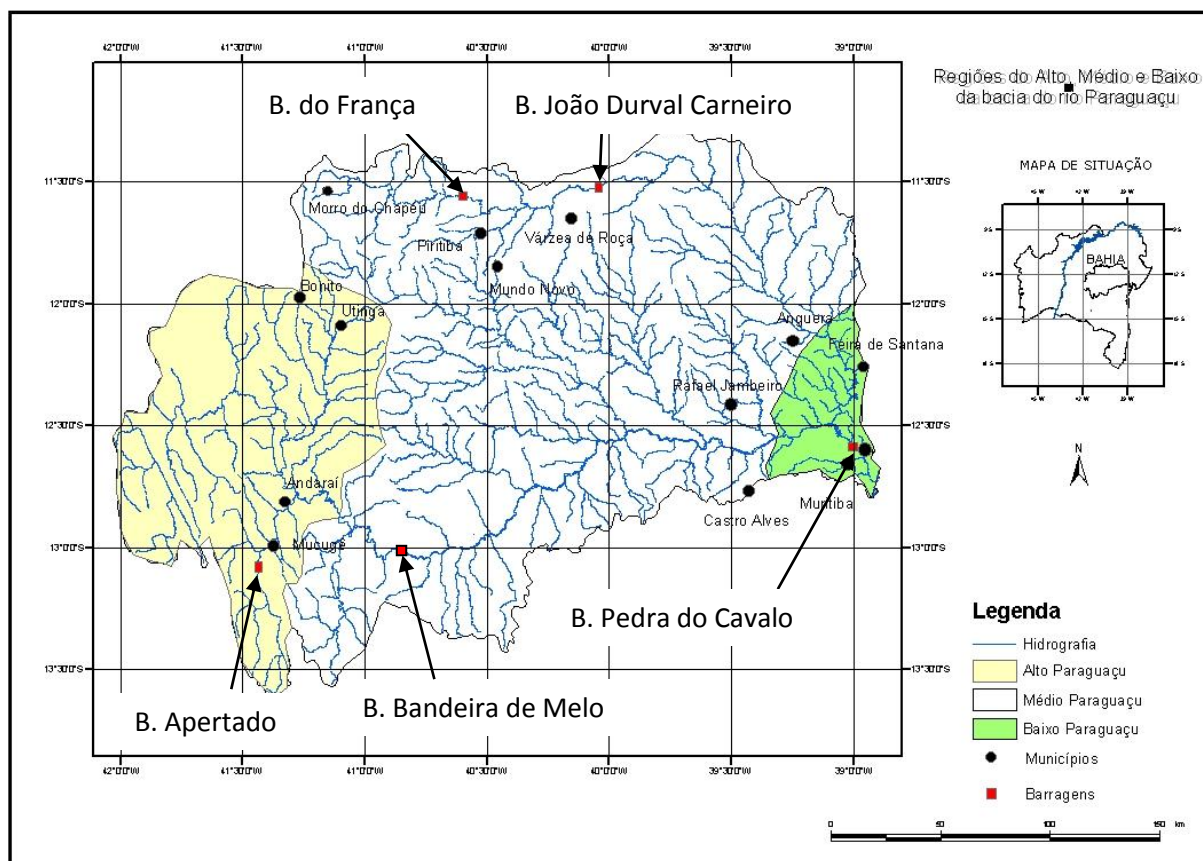


Figura 1: Bacia hidrográfica do rio Paraguaçu_BA com destaque para as sub-regiões do alto, médio e baixo curso e grandes barragens existentes (adaptado de SILVA, F. F. e et. al..., 2004).

OBJETIVOS - Este trabalho procura determinar, através de método gráfico, os anos hidrológicos normais, com excedente hídrico ou seca hidrológica. Trazendo uma nova ferramenta de trabalho, que facilite a compreensão dos dados hidrológicos pelos gestores de maneira que possibilite uma sistemática de ações nas quais sejam possíveis à organização e a minimização dos impactos socioambientais decorrentes da escassez ou excedentes hídricos.

MATERIAIS E MÉTODOS - Na exemplificação do modelo foram utilizados os dados pré-existent de vazões máximas e mínimas, médias máximas e mínimas, para o período de 1930 a 2011, na bacia do rio Paraguaçu na Estação 51280000, em Iaçú. Na Tabela 1, além dos dados de vazão, é possível observar os anos com déficit hídrico, em vermelho, os anos com normais hidrológicos, em amarelo. E os anos com excedente hídrico, em verde, e o fator hidrológico do ano para a estação 51280000.

Tabela 1 - Dados hidrológicos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em Iaçú_BA.

Ano	Vazão Máxima	Vazão Mínima	Média Máxima	Média Mínima	Fator Hidrológico
1930	650,0	4,9	647,2	7,9	1
1931	564,0	5,8	647,2	7,9	0
1932	173,0	3,9	647,2	7,9	0
1933	322,0	5,1	647,2	7,9	0
1934	682,0	9,0	647,2	7,9	2
1935	541,0	6,0	647,2	7,9	0
1936	472,0	10,5	647,2	7,9	1
1937	634,0	5,4	647,2	7,9	0
1938	242,0	4,7	647,2	7,9	0
1939	296,0	4,3	647,2	7,9	0
1940	1129,0	10,5	647,2	7,9	2
1941	460,0	6,0	647,2	7,9	0
1942	1439,0	6,2	647,2	7,9	1
1943	702,0	7,0	647,2	7,9	1
1944	1024,0	6,7	647,2	7,9	1
1945	653,0	17,4	647,2	7,9	2
1946	460,0	6,0	647,2	7,9	0
1947	1685,0	5,6	647,2	7,9	1
1948	964,0	10,1	647,2	7,9	2
1949	728,0	9,7	647,2	7,9	2
1950	554,0	7,8	647,2	7,9	0
1951	392,0	3,8	647,2	7,9	0
1952	759,0	3,1	647,2	7,9	1
1953	430,0	4,7	647,2	7,9	0
1954	1064,0	3,0	647,2	7,9	1
1955	720,0	4,1	647,2	7,9	1
1956	720,0	5,1	647,2	7,9	1
1957	1561,0	16,9	647,2	7,9	2
1958	548,0	13,8	647,2	7,9	1
1959	457,0	4,7	647,2	7,9	0

Tabela 1 - Dados hidrológicos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em Iaçú_BA (continuação)

1960	1050,0	8,9	647,2	7,9	2
1961	254,0	4,1	647,2	7,9	0
1962	259,0	5,6	647,2	7,9	0
1963	356,0	3,9	647,2	7,9	0
1964	682,0	16,9	647,2	7,9	2
1965	322,0	10,5	647,2	7,9	1
1966	650,0	10,5	647,2	7,9	2
1967	767,0	11,2	647,2	7,9	2
1968	647,0	10,8	647,2	7,9	1
1969	791,0	12,4	647,2	7,9	2
1970	922,0	16,4	647,2	7,9	2
1971	682,0	9,0	647,2	7,9	2
1972	1002,0	9,7	647,2	7,9	2
1973	345,0	10,1	647,2	7,9	1
1974	783,0	12,8	647,2	7,9	2
1975	618,0	15,9	647,2	7,9	1
1976	554,0	7,8	647,2	7,9	0
1977	457,0	10,5	647,2	7,9	1
1978	1283,0	29,2	647,2	7,9	2
1979	1016,0	11,6	647,2	7,9	2
1980	883,0	19,5	647,2	7,9	2
1981	1072,0	17,5	647,2	7,9	2
1982	256,0	9,7	647,2	7,9	1
1983	667,0	10,9	647,2	7,9	2
1984	243,0	6,5	647,2	7,9	0
1985	1054,0	14,5	647,2	7,9	2
1986	276,0	9,7	647,2	7,9	1
1987	315,0	4,3	647,2	7,9	0
1988	346,0	7,2	647,2	7,9	0
1989	1045,0	5,4	647,2	7,9	1
1990	657,0	7,9	647,2	7,9	2
1991	1220,0	5,7	647,2	7,9	1
1992	682,0	9,0	647,2	7,9	2
1993	222,0	2,7	647,2	7,9	0
1994	524,0	3,1	647,2	7,9	0
1995	165,6	0,7	647,2	7,9	0
1996	236,4	1,9	647,2	7,9	0
1997	1153,1	3,7	647,2	7,9	1
1998	221,0	0,4	647,2	7,9	0
1999	521,2	8,1	647,2	7,9	1

Tabela 1 - Dados hidrológicos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em Iaçú_BA (continuação)

2000	1090,0	3,1	647,2	7,9	1
2001	144,5	5,2	647,2	7,9	0
2002	1074,4	4,4	647,2	7,9	1
2003	280,5	1,8	647,2	7,9	0
2004	944,8	1,6	647,2	7,9	1
2005	874,6	4,0	647,2	7,9	1
2006	528,8	5,2	647,2	7,9	0
2007	429,5	6,3	647,2	7,9	0
2008	343,9	6,9	647,2	7,9	0
2009	250,0	7,2	647,2	7,9	0
2010	624,4	7,2	647,2	7,9	0
2011	259,1	6,0	647,2	7,9	0

(Fonte: BRASIL, 2012).

Na análise dos dados hidrológicos foram consideradas as médias das vazões máximas e mínimas, da seguinte forma: a) valores máximos e mínimos acima ou iguais a média máxima ou média mínima, respectivamente, valor hidrológico: 2 (excedente hídrico); b) pelo menos um valor máximo ou mínimo acima da média, valor hidrológico: 1 (ano normal); c) valores máximos e mínimos abaixo da média, valor hidrológico: 0 (ano com déficit hídrico ou seca hidrológica).

RESULTADOS E DISCUSSÕES - De posse dos dados de vazões máximas e mínimas para o período de 1930 a 2011 foi possível confeccionar o gráfico de vazão máxima associada à média das vazões máximas: 647,2 m³/s (Figura 2) e o gráfico de vazões mínimas associadas à média das vazões mínimas: 7,9 m³/s (Figura 3). Estes gráficos nos indicam se as vazões máximas e mínimas estão acima ou abaixo das médias máximas e mínimas, respectivamente. Porém isoladamente só refletem que num determinado ano houve grandes ou pequenas vazões na bacia hidrográfica estuda, sem, contudo definir se este ano hidrológico foi normal, ou se houve excedente hídrico ou seca hidrológica.

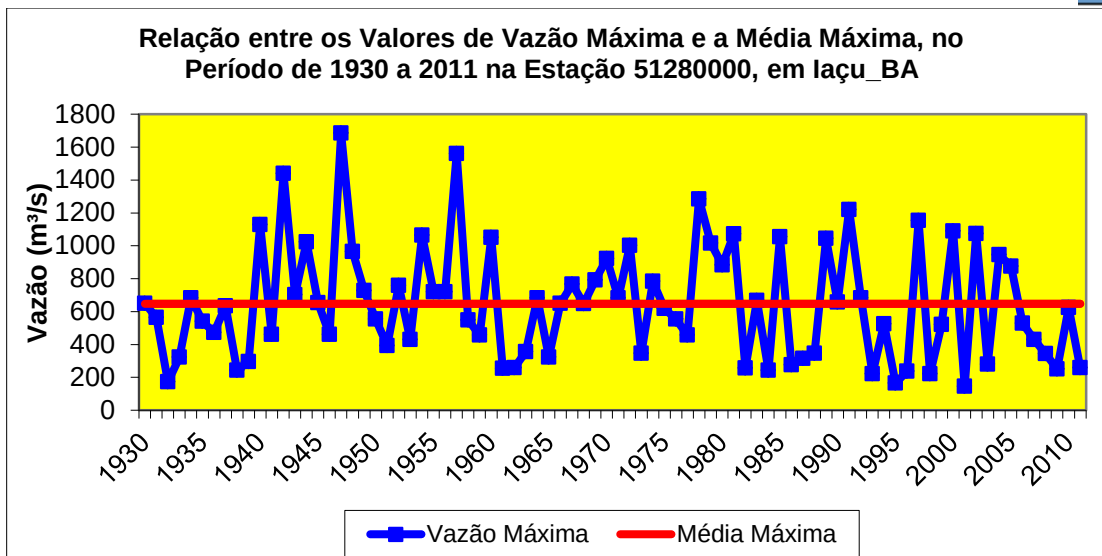


Figura 2: Avaliação dos valores de vazão máxima em relação a média máxima no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em Iaçú_BA. Fonte dos dados: ANA.

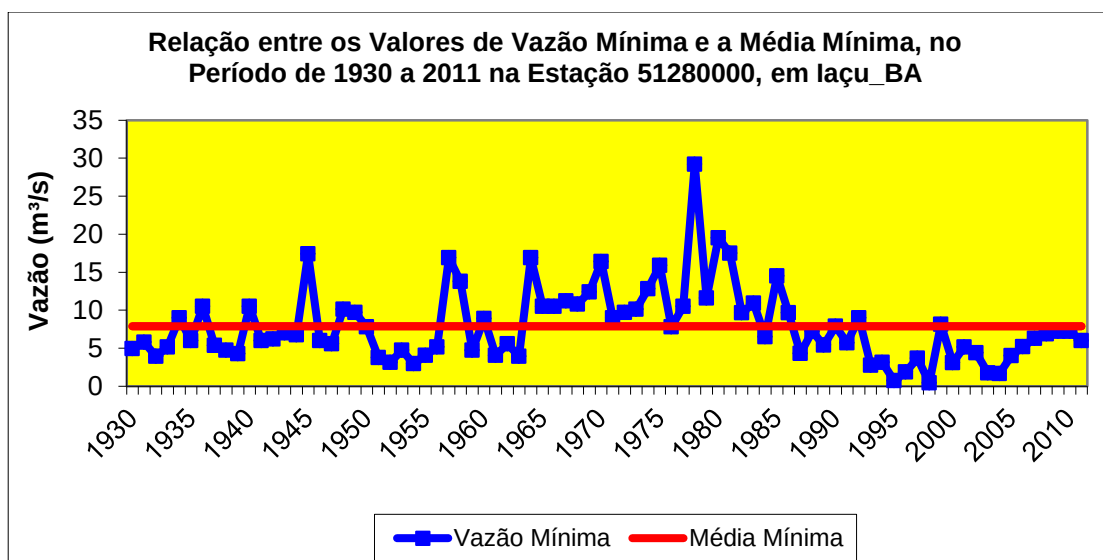


Figura 3: Avaliação dos valores de vazão mínima em relação a média mínima no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em Iaçú_BA. Fonte dos dados: ANA.

Na análise dos valores máximos e mínimos no período de 1930 a 2011, foi possível verificar que o número máximo de anos com seca hidrológica nunca tinha sido maior do que quatro anos consecutivos e que estamos passando por um período de seis anos consecutivos. Os anos normais hidrológicos nunca são maiores do que três consecutivos. Os anos com excedente hídrico nunca são maiores do que quatro consecutivos e nunca iguais a três consecutivos (Figura 4). Na análise dos períodos de seca hidrológica foram consideradas as médias das vazões máximas e mínimas, da seguinte forma: a) valores máximos e mínimos acima da média, Fator hidrológico 2 (ano com excedente hídrico); b) pelo menos um valor máximo ou mínimo acima da média, Fator hidrológico 1 (ano normal); c) valores máximos e mínimos abaixo da média, Fator hidrológico 0 (ano com déficit hídrico ou seca hidrológica).

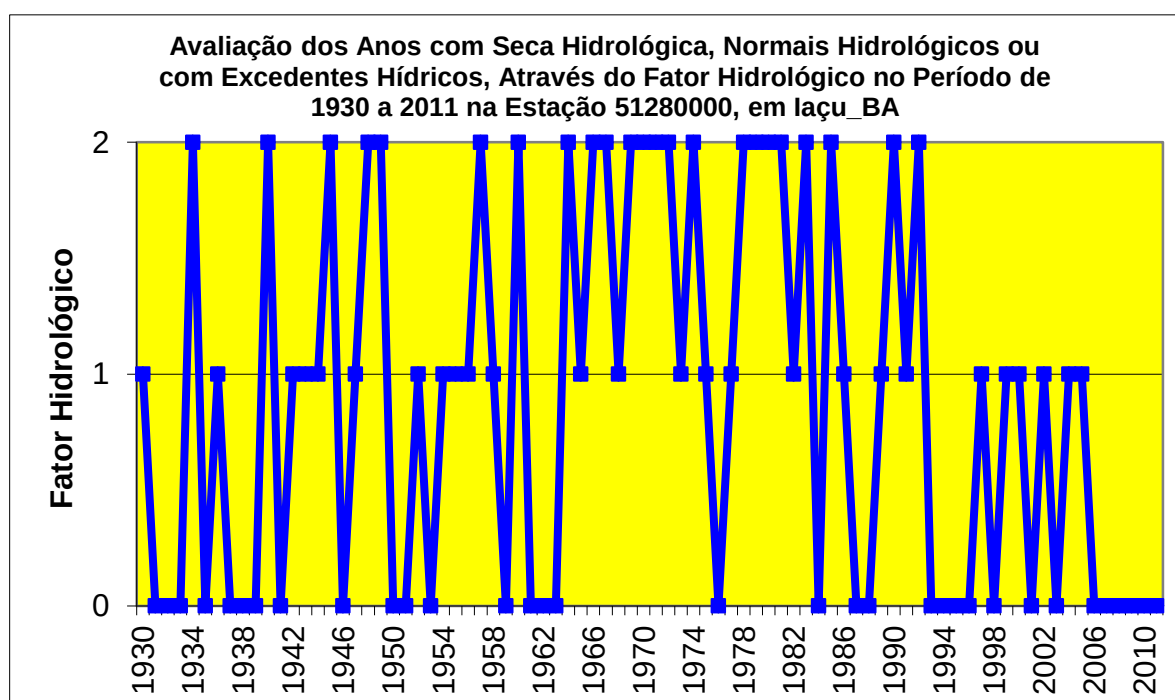


Figura 4: Avaliação dos anos com seca hidrológica, normais e com excedentes hídricos no período de 1930 a 2011, na Estação 51280000, em Iaçú_BA. Fonte dos dados: ANA.

Analisando a série de 82 anos de amostragem, os anos considerados normais hidrológicos somaram 26, os anos com excedentes hídricos 23 e os anos de déficit hídrico 33, por este motivo comprovam que a seca é fortemente recorrente na bacia e deve ser alvo de gestão e medidas preventivas para minimizar seus efeitos e facilitar a convivência (Figura 5).

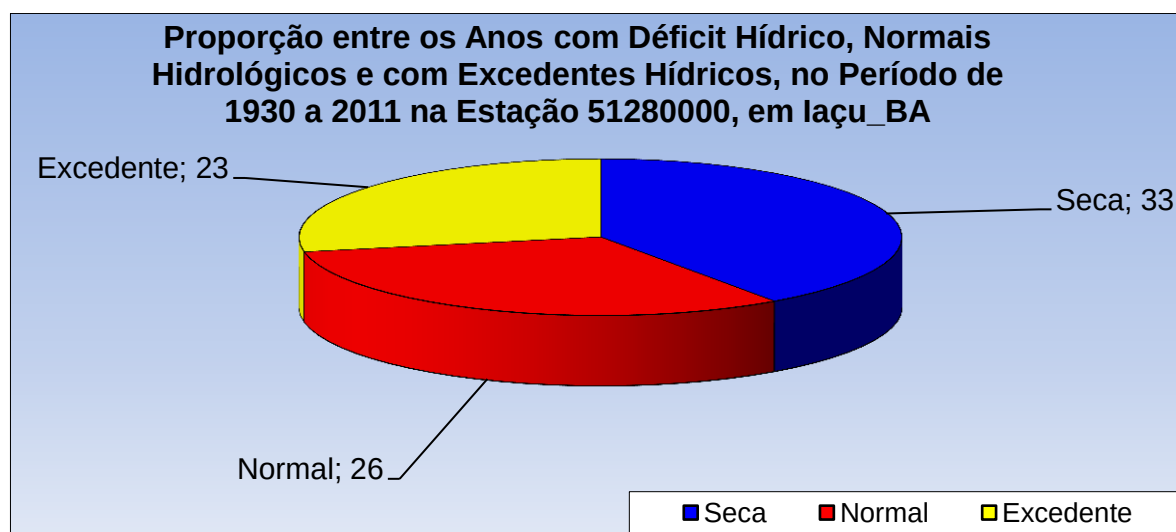


Figura 5: Avaliação dos Anos com Déficit Hídrico, Normais Hidrológicos e com Excedentes Hídricos no Período de 1930 a 2011.

CONCLUSÕES - No gráfico do Fator Hidrológico da Estação 51280000, em Iaçú-BA, na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu foi possível a fácil identificação dos anos normais hidrológicos, anos com déficit hídrico ou anos com excedentes hídricos de maneira rápida e precisa.

Os anos de 1986, 1993 e 2011 foram anos com seca e o ano de 1992 foi marcado por uma grande cheia no semiárido na bacia hidrográfica do rio Paraguaçu. Os anos citados anteriormente estão representados, na Figura 4, como anos com déficit hídrico ou de excedente hídrico, validando o método.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) **BRASIL.** Agência Nacional das Águas (ANA). <http://hidroweb.ana.gov.br/Estacao.asp?Codigo=51280000&CriaArg=true&TipoArg=2>. Acesso em 12 de abril de 2012.
- (2) GONÇALVES, M. J. de S. **Gestão Quantitativa das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu no Estado da Bahia - Brasil, com Ênfase na Outorga D'água.** No prelo. Tese (Doutoramento) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- (3) SILVA, F.F. da; LORDÊLLO NETO, A. V.; CARDOSO, E. R.. **Outorga e Estatísticas dos Usos das Águas na Bacia do Rio Paraguaçu.** 2004.