

OBTENÇÃO DA EQUAÇÃO DE RECESSÃO PARA DEFINIÇÃO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO RIO SALITRE

*Aline Hojron Ribeiro*¹, *Andrea Sousa Fontes*², *Yvonilde Dantas Pinto Medeiros*², *Tiago Rosário da Silva*²

RESUMO --- A bacia do rio Salitre é um exemplo de bacia do semi-árido que apresenta nos seus cursos d'água as duas situações, trecho perene e trecho intermitente. Este rio é afluente do rio São Francisco e apresenta vários conflitos de uso da água, tanto no aspecto de qualidade como de quantidade, principalmente nos trechos intermitentes. Para o conhecimento da disponibilidade hídrica da bacia, entretanto está disponível apenas uma série histórica no trecho perene, o que não caracteriza o comportamento do restante da área de drenagem. Para quantificação da disponibilidade hídrica se faz necessário o entendimento da dinâmica das interações do ciclo hidrológico local, separando a influência dos dois tipos de escoamento (superficial e subterrâneo) na vazão do rio e possibilidade da utilização da série histórica existente para caracterização das vazões nos trechos intermitentes com emprego de modelos hidrológicos, e consequentemente estimativa de disponibilidade hídrica para embasar a gestão dos recursos hídricos e minimizar os conflitos. Para isso foi determinada curva de recessão e seus parâmetros: a vazão correspondente ao início do período de recessão (Q_0) definida a partir de dados de precipitação acumulada de novembro a abril e o valor médio do coeficiente de recessão (α) igual 0,003534.

ABSTRACT --- Salitre river basin is an example of semi-arid basin that provides water in their courses in two situations, a perennial and intermittent reach. This river is a tributary of the San Francisco river and has several conflicts of water use, in the quality and quantity aspect, especially in intermittent reach. To the knowledge of water availability in the basin, but data is only available in one reach, which does not characterize the behavior of the rest of the watershed. For quantification of water availability is needed to understand the dynamics of interactions in hydrological cycle, separating the influence of two types of flow (surface and underground) in the river flow and the possibility of using time series to characterize the flow in intermittent reach and apply hydrological models and consequently estimates of water availability to base the management of water resources to minimize conflicts. For this, the recession curve was determined and the flow corresponding to the beginning of the recession (Q_0) defined using accumulated rainfall from November to April and the average recession coefficient (α) equals 0.003534.

Palavras-chave: equação de recessão, contribuição subterrânea, semi-árido.

1) Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental da UFRB - E-mail: alinehojron@gmail.com

2) Professora Adjunto, UFRB – Campus Cruz das Almas, Bahia E-mail: andreafontes@ufrb.edu.br.

2) Professora Adjunto, UFBA – Escola Politécnica, Bahia E-mail: yvonild@ufba.br.

2) Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental, UFBA – Escola Politécnica, Bahia, Bahia E-mail tiagosilva@ufcengenharia.com.br: .

1 - INTRODUÇÃO

A disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica é resultante da interação das características físicas e climatológicas de sua área, abrangendo a presença de água na superfície (rios e lagos) e nos aquíferos. Esses mananciais estão interligados, formando um processo dinâmico de trocas em seus fluxos com contribuições variáveis no espaço e no tempo perfazendo o ciclo da água local.

Em períodos chuvosos, as vazões dos rios são alimentados pelo escoamento superficial caracterizando um aumento dessas vazões. Cessado um evento de precipitação e conseqüentemente o escoamento superficial contribuinte, tem-se o período de recessão das vazões. Assim no período seco essas vazões são mantidas pela contribuição do escoamento subterrâneo, fazendo com que o regime fluvial ocorra de forma perene ao longo do tempo. Quando não há essa contribuição subterrânea os cursos d'água se caracterizam por ser intermitentes, característicos de região semi-árida.

O monitoramento das vazões dos rios é de suma importância para o conhecimento e caracterização do regime fluvial e conseqüentemente quantificação da disponibilidade hídrica para embasar ações estratégicas de manejo e gestão das águas. Dada a extensão do território brasileiro e dificuldades operacionais esse monitoramento não ocorre em quantidade adequada para essa caracterização, sendo necessária aplicação de metodologia específica para, a partir dos dados existentes, gerar informações para locais sem monitoramento. Neste contexto se destaca o uso de modelos hidrológicos do tipo chuva-vazão que simula séries sintéticas de vazão considerando dados históricos de chuva e parâmetros de caracterização física da bacia, calibrados para as seções do rio que se tem dados disponíveis.

A bacia do rio Salitre é um exemplo de bacia do semi-árido que apresenta nos seus cursos d'água as duas situações, trecho perene e trecho intermitente. Este rio é afluente do rio São Francisco e apresenta vários conflitos de uso da água, tanto no aspecto de qualidade como de quantidade, principalmente nos trechos intermitentes. Para o conhecimento da disponibilidade hídrica da bacia, entretanto está disponível apenas uma série histórica no trecho perene, o que não caracteriza o comportamento do restante da área de drenagem. Para quantificação da disponibilidade hídrica nesta bacia hidrográfica se faz necessário o entendimento da dinâmica dessas interações, separando a influência dos dois tipos de escoamento (superficial e subterrâneo) na vazão do rio e possibilidade da utilização da série histórica para caracterização das vazões nos trechos intermitentes por meio do emprego de modelos hidrológicos, e conseqüentemente estimativa de disponibilidade hídrica que possa embasar a gestão dos recursos hídricos de forma a minimizar os conflitos.

Neste contexto a presente pesquisa tem como objetivo caracterizar o comportamento da fase de recessão do hidrograma do rio Salitre de forma a estabelecer a relação entre o escoamento

subterrâneo e o escoamento superficial na seção do rio Salitre com dados históricos de vazão disponível, de forma a subsidiar a aplicação de modelos hidrológicos de simulação das vazões nos demais cursos d'água da bacia e estudos de qualidade da água na região.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

As vazões mínimas merecem especial atenção para a caracterização da disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas, essas podem ser entendidas como à contribuição do lençol freático em um curso de água. Nos períodos de ocorrência destas vazões, a disponibilidade de água é considerada crítica para atender todas as demandas nos trechos perenes (Silveira & Silveira, 2001). A sua descrição e análise pode ser feita a partir da construção de hidrogramas, que consiste na representação gráfica das vazões escoadas ao longo do tempo em um curso d'água, sendo que a distribuição das vazões no tempo resulta da interação dos componentes do ciclo hidrológico e as características físicas da área de drenagem.

Dessa forma a vazão de um rio é resultado da integração de diversas variáveis e para entendimento da sua dinâmica para definição de disponibilidade hídrica visando atendimento as demandas da região, se faz necessária a separação da influencia de cada uma dessas variáveis. Para que os escoamentos superficiais e subterrâneos sejam analisados individualmente é necessário separar no hidrograma a parcela que corresponde a cada tipo.

O momento em que a vazão do rio passa a ser proveniente integralmente do fluxo subterrâneo pode ser definido como o instante que transcorre o tempo de concentração da bacia (tempo em que toda a área de drenagem contribuiu para o escoamento) contado a partir fim do evento chuvoso. A vazão do rio só vai receber novamente contribuição de escoamento superficial na ocorrência de evento chuvoso que provoca a ascensão do hidrograma. O comportamento do hidrograma para este período de contribuição exclusiva do fluxo subterrâneo é caracterizado por uma forma exponencial decrescente e pode ser representada pela equação da curva de recessão do escoamento subterrâneo (Silveira & Silveira, 2001):

$$Q(t) = Q_0 e^{(-\alpha t)} \quad (1)$$

onde: onde t é o tempo; Q_0 é a vazão num instante t_0 ; $Q(t)$ é a vazão num instante t ; e é a base dos logaritmos naturais; e α é uma constante (em unidades de tempo) que depende das características físicas da bacia, principalmente nos aspectos geológicos.

Bacias de drenagem com ocorrência de embasamento cristalino tendem a apresentar valores de α mais altos, enquanto que rios localizados em regiões onde predominam as rochas sedimentares

que normalmente com maior capacidade de armazenamento de água subterrânea apresentam valores de α relativamente baixos.

3 – ÁREA DE ESTUDO

Este estudo está sendo realizado na bacia hidrográfica do rio Salitre, sub-bacia do rio São Francisco, situada no centro norte do estado da Bahia, entre as longitudes de 40°22' e 41°30' oeste e de latitude 9°27' e 11°30' sul. O rio Salitre tem comprimento de aproximadamente 330 km, sendo sua área de drenagem de 14.353 km² (Figura 1).

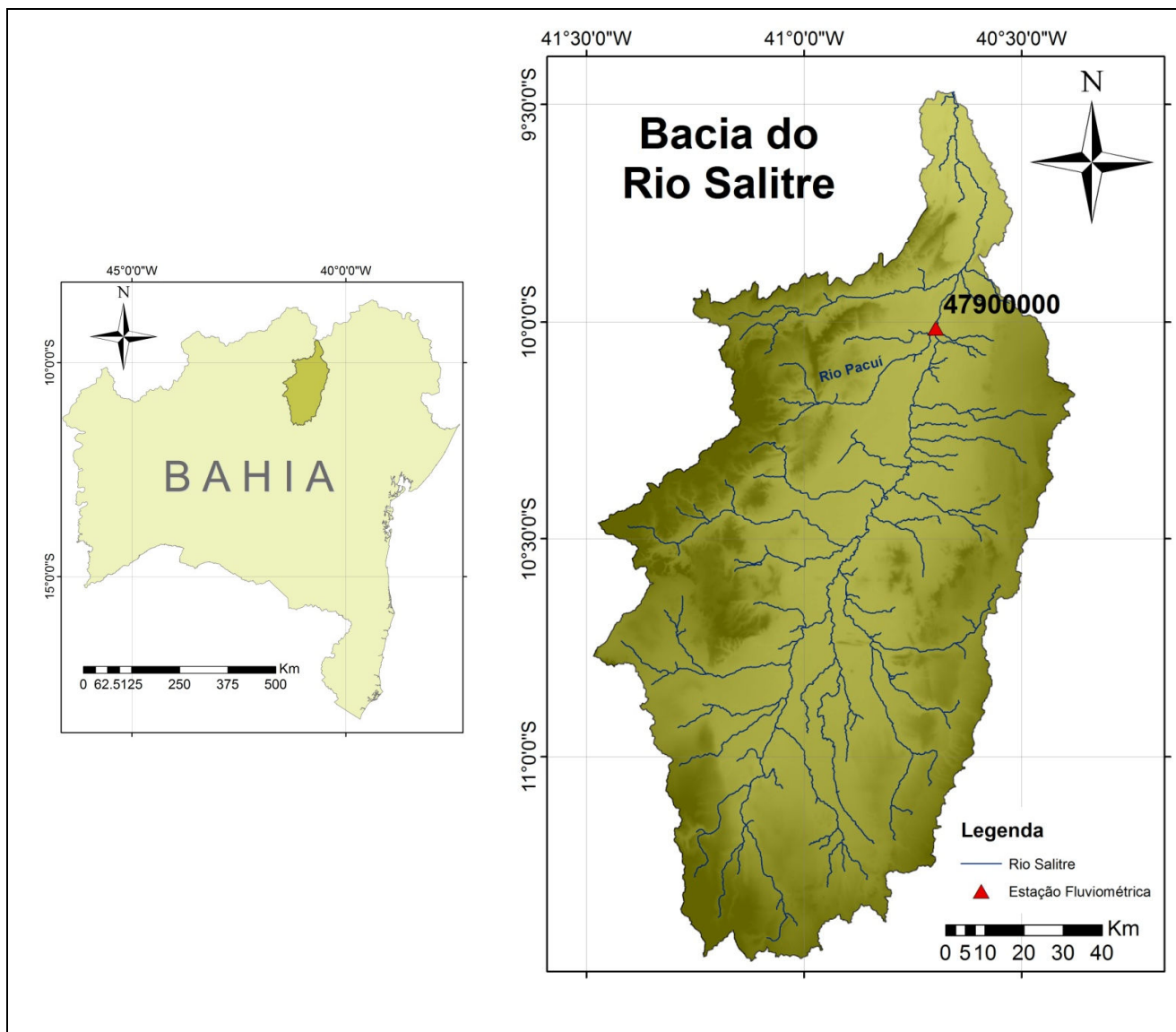


Figura 1 – Localização da área de estudo – Bacia do rio Salitre

Esta região insere-se no Polígono da Secas, localizando-se em uma área de clima predominante do tipo BSh'W', segundo a classificação de Köppen, ou seja, clima semi-árido, cujo microclima oscila de úmido a sub-úmido. Esse clima caracteriza-se por uma estação chuvosa curta,

com precipitação média anual em torno de 500 mm, com distribuição de chuva bastante irregular, apresentando longos períodos de estiagem (GRH, 2003).

A drenagem da bacia é formada por rios intermitentes, como consequência da irregularidade das precipitações e características geológicas, gerando uma carência de água na superfície, fazendo com que a água sub-superficial ganhe uma relevância maior.

Os recursos hídricos subterrâneos da área de drenagem do rio Salitre são compostos por quatro sistemas de aquíferos principais: o Sistema Fissural, associado ao embasamento cristalino e aos metassedimentos; o Sistema Cárstico, relacionado às rochas carbonáticas da Formação Salitre (Grupo Una), neoproterozóica, e da Formação Caatinga, pleistocênica; o Sistema Fissural-Metassedimentar, relacionado às rochas do Grupo Chapada Diamantina, associada a porosidade de interstícios no âmbito das coberturas (Figura 2).

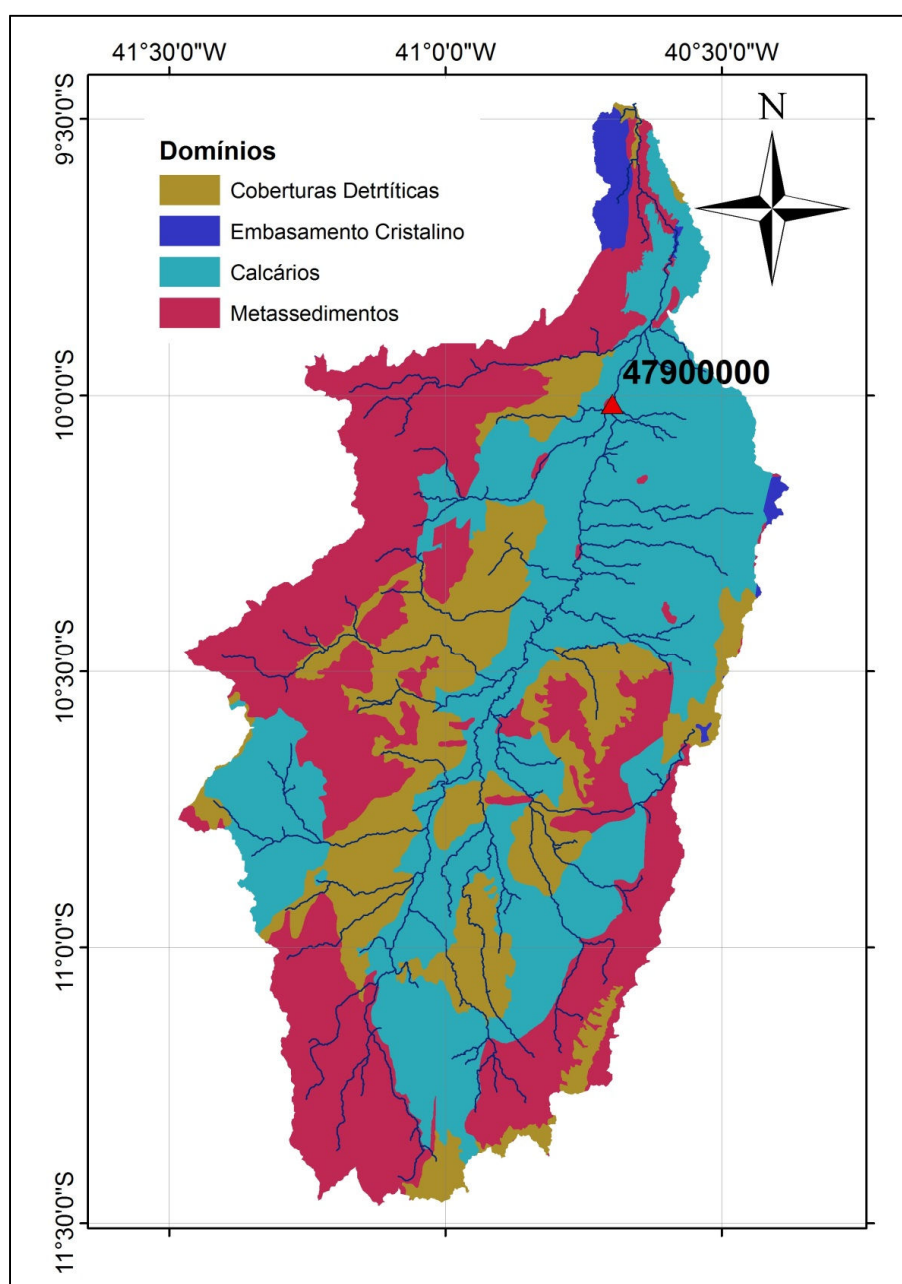


Figura 2 – Domínios hidrogeológicos (Fonte: PERH, 2005 – modificado pelos autores)

O rio Pacuí, responsável por uma parcela significativa da vazão do rio Salitre em seu trecho baixo, possui o início das suas drenagem em um ambiente sedimentar/metassedimentar, conglomerados, arenito conglomerático e quartzarenito. Os principais reservatórios de água subterrânea são encontrados em sequências sedimentares por terem maior quantidade de interstícios vazios, grande porosidade. A maior parte deste rio segue percorrendo uma ampla extensão de rochas cársticas. Em ambientes cársticos também é encontrado elevado nível de vazios devido aos processos que ocorrem no interior da rocha provocando sua dissolução e gerando ambientes de cavernas. Embora os aquíferos neste ambiente possam ser altamente produtivos apresentam também grande descontinuidade em seu fluxo.

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

Para caracterizar o comportamento da fase de recessão e conseqüentemente estimar a contribuição do escoamento subterrâneo nas vazões do rio Salitre, foi utilizados como base o trabalho realizado por Novaes et. al.(2009). Estes autores propõem um modelo que utiliza apenas dois parâmetros sendo estes o coeficiente de recessão do escoamento subterrâneo (α) e a vazão correspondente ao início do período de recessão (Q_0), definida a partir de dados pluviométricos.

Para a caracterização do comportamento da fase de recessão do hidrograma do rio Salitre foi realizado o levantamento de dados hidrológicos da Agência Nacional de Águas (ANA), sendo realizada a caracterização da precipitação na área de drenagem e calculo de valores médios e o levantamento das estações fluviométricas com dados de vazão disponíveis.

Foi realizada, para o conjunto de estações pluviométricas selecionadas, a definição da área de influência das estações na bacia do Rio Salitre. Com base nos dados pluviométricos das estações, foi verificada a existência de período de medição coincidente e com menor número de falhas, para delimitação do período para análise. O processo de preenchimento de falhas foi feito com o objetivo de completar as séries de dados mensais das estações no período selecionado, utilizando o método da Ponderação Regional.

Para obtenção da série de precipitações médias da Bacia, foi utilizado o método dos Polígonos de Thiessen, que através de construção de figuras geométricas, dentro dos limites da bacia hidrográfica, define esta área de influência de cada uma das estações pluviométrica.

A partir do inventário de estações da ANA, foram identificadas quatro estações fluviométricas que se localizam ao longo da calha do rio Salitre, inexistindo registros em cursos de água afluentes. Foi verificado que os dados da estação 47880000 - Brejão da Caatinga (Campo Formoso), não estão disponíveis no sistema HIDROWEB e que a estação 47960000-Junco Montante (Juazeiro) foi

extinta e substituída pela estação 47961000 – Junco (Juazeiro). A estação de Junco Montante foi desativada em 1980.

A única estação fluviométrica, em operação, em todo o rio Salitre, é a estação de Abreus, em Campo Formoso, localizada no povoado homônimo, com código 47900000, sob responsabilidade da ANA, e operada pela Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais do Brasil (CPRM). A medição de vazão nesta estação iniciou no ano de 1984. Para o presente estudo foram utilizados os dados mensais desta estação para o período de 1984 a 2010.

A análise dos dados foi feita através da construção de hidrogramas em escala mensal e anual. Os períodos de apreciação foram definidos pela curva de recessão do escoamento subterrâneo, identificada no padrão de comportamento dos hidrogramas. A depleção apresentada nos hidrogramas presta-se a uma representação matemática bem definida, uma vez que aceita a hipótese de esvaziamento de aquíferos bem determinados. Partindo-se da lei de Darcy pode-se deduzir parâmetros que definem a curva de recessão ou depleção (Silveira & Silveira, 2001). Sendo estes o coeficiente de recessão do escoamento subterrâneo (α) e a vazão correspondente ao início do período de recessão (Q_0).

O primeiro passo é a definição dos limites temporais da curva de recessão. Definida a data de início e fim do escoamento subterrâneo (curva de recessão) foram determinados os valores, correspondente a essas datas, da vazão média observada constantes na serie histórica da estação fluviométrica em análise.

A vazão observada no início do período de recessão foi relacionada com as precipitações médias da área ocorrida para cada ano de análise e aplicada linha de tendência/regressão em quatro formatos: linear, exponencial, potencial e polinomial, de forma a estabelecer a equação que melhor se ajusta aos dados para obtenção da Q_0 em função do total precipitado nos meses anteriores. O melhor ajuste foi definido a partir da análise do R-quadrado.

Para encontrar os valores do coeficiente de recessão (α) utiliza-se a equação (1), inserindo os valores de Q , Q_0 e t . Para isso, primeiramente determina-se as vazões correspondentes aos pontos de início (Q_0) e fim (Q) do escoamento superficial, sendo o ponto de início definido visualmente como o ponto em que ocorre uma variação abrupta de inclinação das vazões no hidrograma e o ponto final como o ponto de estabilidade do crescimento da curva a partir do ponto mínimo. Como os hidrogramas foram construídos em cima de vazões mensais, Novaes et. al.(2009) indica adotar o início da curva como o primeiro dia do mês identificado e o fim como o último dia do mês. Assim, representando as variáveis da equação 1 ($Q(t) = Q_0 e^{-\alpha t}$) tem-se:

$$\boxed{\begin{array}{c} \text{Vazão do último dia} \\ \text{do mês da recessão} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{c} \text{Vazão do primeiro dia} \\ \text{do mês da recessão} \end{array}} e^{-\alpha \left(\boxed{\begin{array}{c} \text{Somatório dos dias} \\ \text{que não compõem o} \\ \text{período de recessão} \end{array}} \right)}$$

Para determinar o valor de α , os valores de cada variável correspondente aos anos do período de análise foram inseridos na equação 1. Visando a determinação de um único valor de α é estimado uma média aritmética entre os valores encontrados em cada ano.

De posse dos parâmetros do modelo da curva de recessão para os dados de vazão da estação fluviométrica em análise, tem-se a representação matemática do comportamento da ocorrência de vazão mínima neste período do hidrograma e a possibilidade de cálculo da parcela da vazão resultante da contribuição do escoamento subterrâneo.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo da precipitação na bacia do rio Salitre foi realizado com os dados disponíveis no HIDROWEB (Sistema de Informações Hidrológicas da ANA), sendo selecionadas 14 estações pluviométricas com disponibilidade de dados no período coincidente aos dados de vazão disponível para a estação fluviométrica selecionada (Abreus). Cabe ressaltar que a disponibilidade destes dados se restringe ao período de 1984 a 1991, representando uma carência de dados pluviométricos atualizados na região que possibilite a espacialização das informações de precipitação na área da bacia. Dessa forma para o presente estudo e determinação dos parâmetros da curva de recessão foi definido este período (1984 a 1991) como base para os cálculos.

A Tabela 1 apresenta as estações selecionadas para o cálculo da precipitação média da bacia e suas respectivas áreas de influência. A bacia do rio Salitre apresentou para o período analisado precipitação média anual de 409 mm. A precipitação mensal média definida para a área de drenagem da estação fluviométrica de Abreus está apresentada na Tabela 2.

Para análise dos dados da série histórica de vazão da estação de Abreus foi utilizado o período completo de dados disponível de forma a caracterizar o comportamento do hidrograma mensal da referida estação. Assim, foram construídos 27 hidrogramas (vazão/mês), cada um referente a um ano da série de dados disponíveis. Este procedimento tem o intuito de descobrir um padrão das vazões na área, entretanto não foi identificado este comportamento padrão entre os hidrogramas, sendo construído um hidrograma com valores das médias mensais de todos os anos (Figura 3) para aplicação da metodologia proposta.

Tabela 1 - Estações selecionadas e áreas de influência

Código	Nome da Estação	ENTIDADE	Coordenadas		Período		Área de Influência (km ²)
			Lat.	Long.	Início	Fim	
0940018	CAMPO DOS CAVALOS	CPRM	-9,56	-40,647	1/1/1947		1349,18
1040001	ABREUS	SUDENE	-10,01	-40,691	1/1/1964	1/12/2000	973,51
1040005	LAGOA BRANCA	SUDENE	-10,283	-40,746	1/9/1963	1/3/1990	1571,83
1040007	LAJE DOS PRETOS	SUDENE	-10,183	-40,844	1/1/1964	1/9/1991	1406,98
1040009	OCO D'ÁGUA	SUDENE	-10,669	-40,632	1/12/1962	1/9/1998	567,79
1040015	AÇUDE SERRINHA	SUDENE	-10,95	-40,933	1/12/1962	1/3/1997	520,99
1040016	TAQUARANDI	SUDENE	-10,89	-40,7	1/1/1963	1/5/2000	1053,64
1040018	SÃO TOMÉ	DNOCS	-10,6	-40,95	1/11/1937		524,71
1041001	OLHO D'ÁGUA DO FACUNDO	SUDENE	-10,922	-41,274	1/9/1963	1/3/1988	1027,94
1041007	CAMPO LARGO	DNOCS	-10,383	-41,417	1/7/2019		335,91
1041008	ALAGADIÇO	SUDENE	-10,68	-41,287	1/7/1964	1/12/1990	1050,77
1041010	BELA VISTA	SUDENE	-10,986	-40,748	1/9/1963	1/12/2000	598,35
1140027	VÁRZEA NOVA	SUDENE	-11,25	-40,917	1/12/1962	1/3/1994	1791,13
1141003	MORRO DO CHAPÉU	INMET	-11,55	-41,217	1/3/1913		1423,76

Tabela 2 – Precipitação mensal - estação fluviométrica de Abreus

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1984	15.31	45.22	61.71	59.40	29.42	34.16	21.45	16.44	9.08	18.52	14.53	11.15
1985	58.55	26.80	74.11	78.01	89.28	43.42	17.44	16.58	24.47	18.59	35.54	64.17
1986	35.95	74.61	48.95	43.51	17.75	8.45	23.42	2.59	9.60	28.27	24.14	47.41
1987	28.25	47.20	71.82	26.29	35.17	41.22	22.00	9.64	15.60	12.73	29.46	11.67
1988	45.32	13.10	55.42	86.50	13.39	20.36	13.33	0.85	3.68	0.84	14.97	57.14
1989	44.27	43.40	78.89	74.13	30.08	23.77	1.96	11.99	5.58	14.12	37.35	160.77
1990	44.43	57.38	46.00	25.50	6.24	14.24	3.27	0.00	14.70	10.48	44.61	157.62
1991	19.27	26.89	38.96	27.57	23.28	38.47	2.76	19.68	29.13	7.85	56.97	72.97

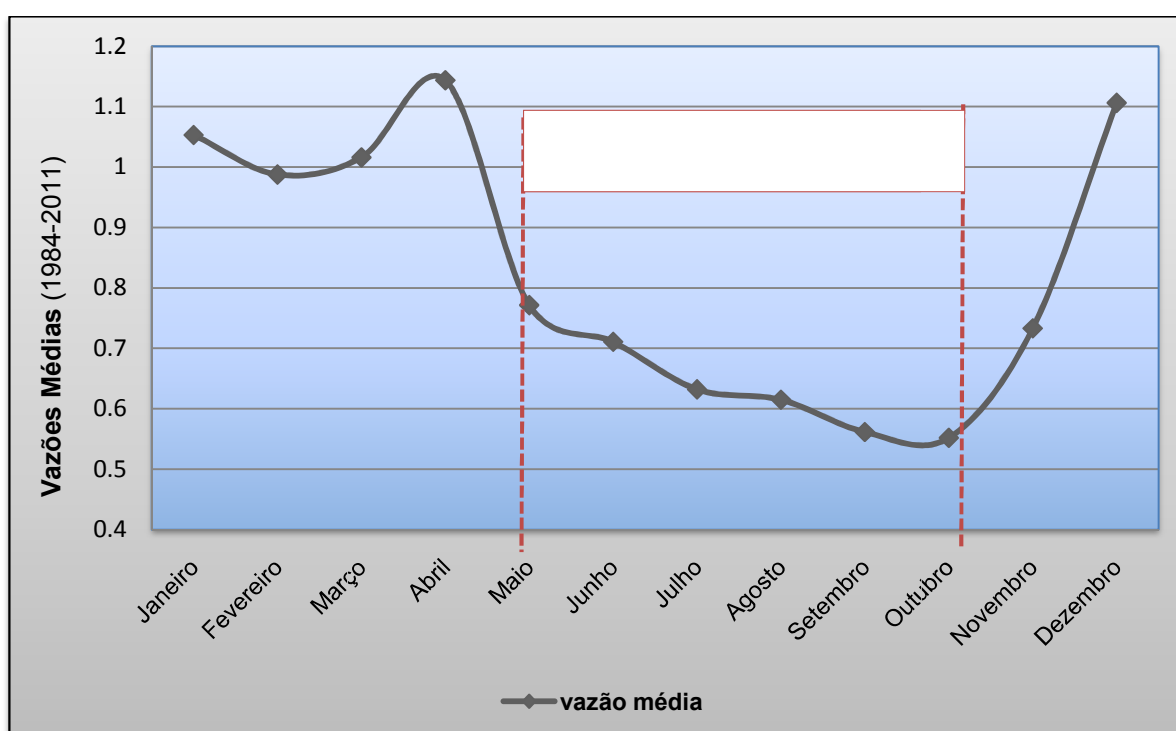


Figura 3 – Hidrograma com vazões médias

Pela análise visual dos hidrogramas definiu-se como período de início da recessão do escoamento subterrâneo o mês de maio e para o encerramento o mês de outubro, tendo-se adotado o dia primeiro do mês de maio como a data para o início da avaliação do modelo proposto e o dia 31 de outubro como término.

Na etapa de construção dos modelos gráficos é preciso fazer a comparação do volume de água escoado com o volume precipitado na região, ou seja, é feito o ajuste das equações que relacionam as vazões correspondentes ao primeiro dia de maio com os totais precipitados nos meses anteriores correspondente ao período significativo de entrada de água no sistema hídrico.

Como a análise de modelos é baseada da correlação chuva/vazão, a presente pesquisa se limitou em um espaço temporal curto diante da deficiência de dados das estações pluviométricas da área. O período de estudo se resume aos 7 (sete) anos de dados (os anos de 1985 até 1991).

Assim, para a obtenção da equação de estimativa das vazões mínimas foram atribuídas as linhas de tendência/regressão linear, potencial e exponencial. Diante das características peculiares da bacia do rio Salitre comprovada em visitas a campo que a vazão em Abreus é proveniente a maior parte do ano da contribuição do seu afluente o rio Pacuí foi realizada análise adicional para verificação e comparação entre a correlação da precipitação ocorrida apenas na área de drenagem desse afluente Pacuí com as vazões observadas em Abreus no dia primeiro de maio e a correlação desta mesma variável com precipitação ocorrida na área de drenagem total de Abreus. Assim, foram feitos dois gráficos comparativos para cada precipitação média calculada em função da área de drenagem.

Para definição do período significativo de entrada de água no sistema hídrico foi utilizado cenários considerando um período de 5 e 6 meses anteriores (novembro-abril e dezembro-abril) na definição da equação de Q_0 , sendo selecionada a que apresentou melhor correlação. Dentre os dois períodos analisados, o que obteve o melhor resultado foi o de 183 dias (novembro até abril), conforme pode ser comparado nas Figuras 5 e 6.

Já as equações ajustadas (linear, polinomial, potencial e exponencial) obtiveram valores do R-quadrado de menor representatividade para o cenário de utilização da precipitação média referente a área de drenagem do rio Pacuí que obteve $R^2 = 0,499$ (Figura 4) para o ajuste polinomial, e valores aceitáveis de R-quadrado para o cenário de utilização da precipitação média referente a área de drenagem do rio Salitre em Abreus ($R^2 = 0,7615$ para o ajuste polinomial), conforme apresentado na Figura 5. Cabe observar que este resultado representa a contribuição de toda a área de drenagem do rio Salitre a montante da estação de Abreus para a vazão nesta seção e não apenas a contribuição do seu afluente conforme é comumente relatado por moradores do local.

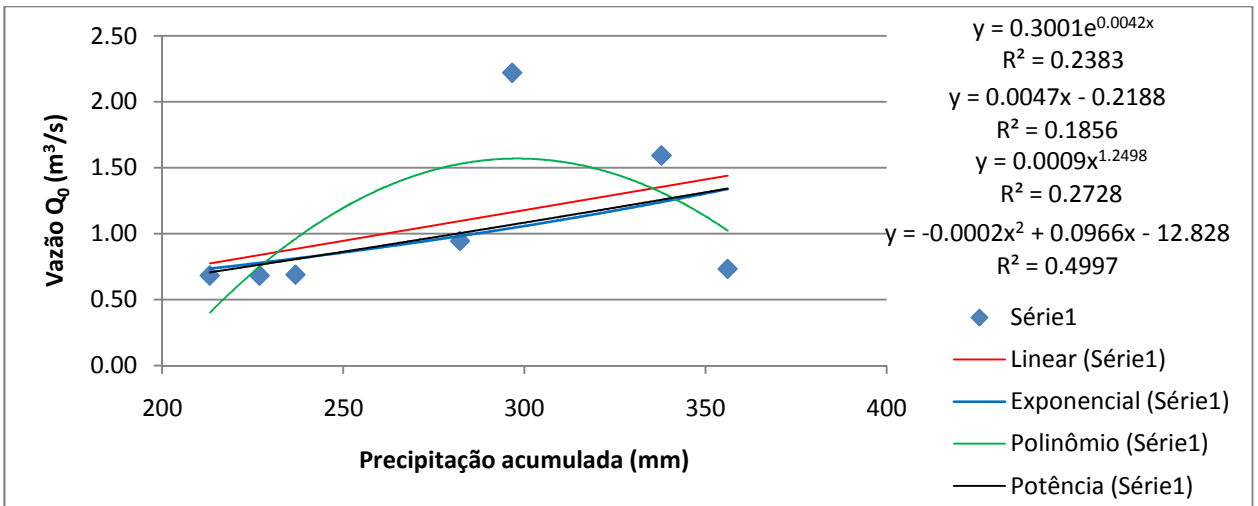


Figura 4 – Vazão do primeiro dia de maio em função do total precipitado nos seis meses anteriores à ocorrência desta vazão – área de drenagem do rio Pacuí.

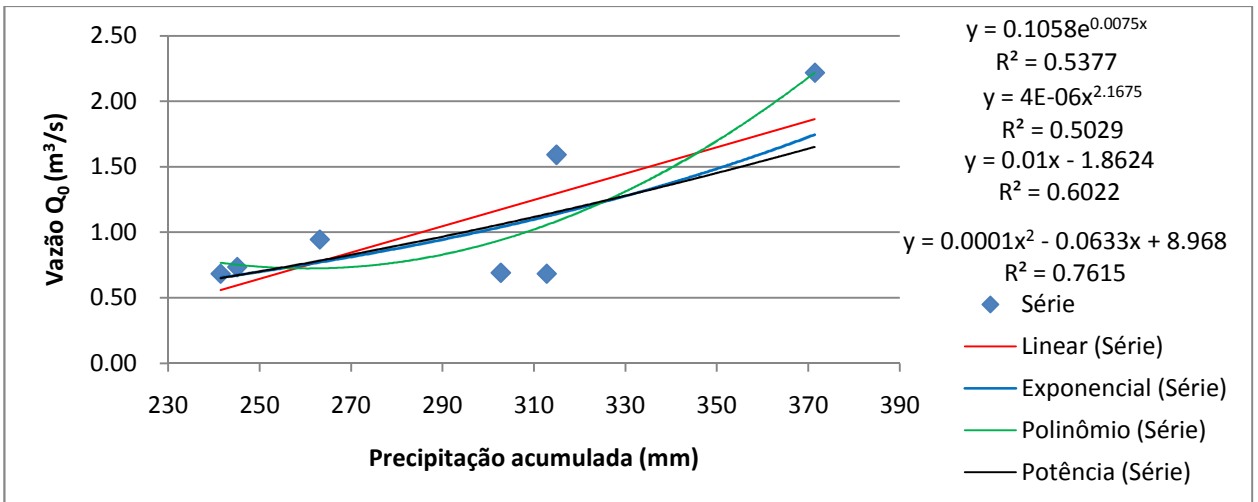


Figura 5 – Vazão do primeiro dia de maio em função do total precipitado nos seis meses anteriores à ocorrência desta vazão – área de drenagem do rio Salitre em Abreus.

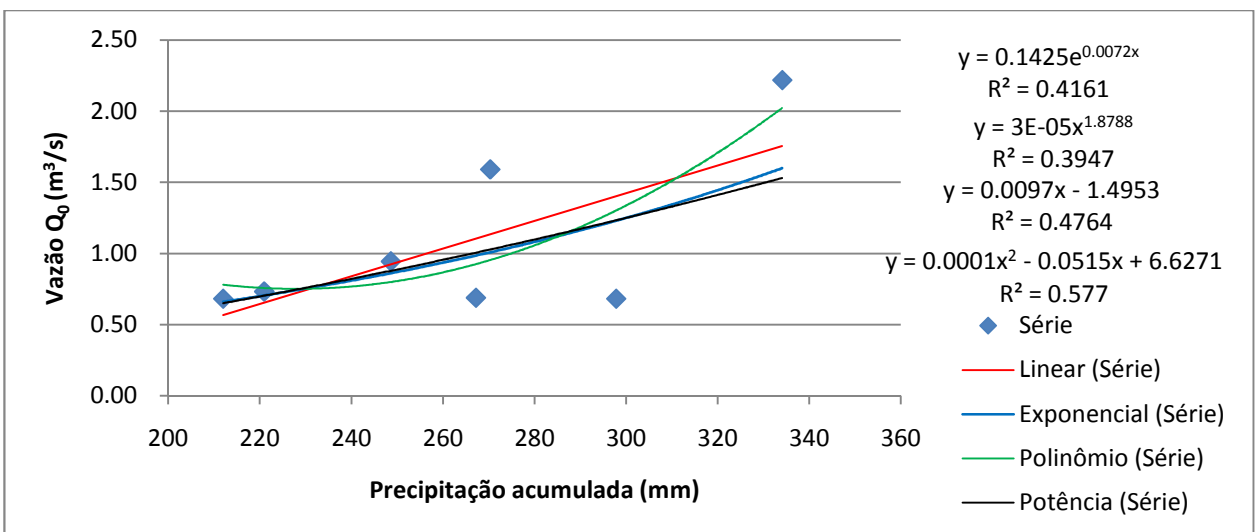


Figura 6 – Vazão do primeiro dia de maio em função do total precipitado nos cinco meses anteriores à ocorrência desta vazão – área de drenagem do rio Salitre em Abreus.

A regressão polinomial foi a mais eficiente em representar os dados do rio Salitre, apresentando melhores coeficientes de determinação (R^2) que as equações linear, potencial e exponencial. Todavia analisando somente a curva do polinômio obtida em Abreus, que possui maior significância, é identificado que mesmo com o aumento do fluxo pluviométrico, para valores de precipitação acumulada aproximadamente menores que 260 mm esta formulação matemática terá como resultado valores menores de Q_0 restringindo a aplicação da regressão polinomial. Após essa quantidade há um padrão de crescimento compatível com o comportamento hidrológico.

Sendo assim, foi selecionada a equações polinomial para a estimativa da vazão correspondente ao início do período de recessão (Q_0) em função dos seis meses anteriores para valores desta variável maiores que 260 mm. Para a ocorrência de cenário diferente indica-se a utilização da equação relativa a regressão linear que apresentou coeficientes de determinação (R^2) igual a 0,6.

Para o cálculo dos coeficientes de recessão mensais foram utilizados os dados da vazão em Abreus do dia 31 de outubro de cada ano referente ao período de análise, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados da determinação do coeficiente de recessão α

Ano	Q_0 (1/mai)	$Q_{(31/Out)}$	Q/Q_0	\ln	α
1985	0.944	0.567	0.600	-0.510537	0.002775
1986	0.689	0.490	0.710	-0.342388	0.001861
1987	0.733	0.587	0.800	-0.222820	0.001211
1988	0.683	0.474	0.694	-0.365689	0.001987
1989	0.683	0.156	0.228	-1.477364	0.008029
1990	2.218	1.810	0.816	-0.203662	0.001107
1991	1.592	0.381	0.239	-1.429331	0.007768
Valor médio					0.003534

Seguindo a metodologia proposta por Novaes et. al.(2009), com os resultados obtidos foi possível caracterizar a contribuição da escoamento subterrâneo na bacia do rio Salitre em função dos dados de precipitação de acordo com as seguintes expressões:

$$Q(t) = Q_0 e^{(-0,003534 t)} \quad (2)$$

$$Q_0 = 0.0001P_{6m}^2 - 0.0633 P_{6m} + 8.968 \text{ para } P_{6m} > 260 \text{ mm}$$

$$Q_0 = 0.01 P_{6m} - 1.8624 \text{ para } P_{6m} \leq 260 \text{ mm}$$

onde: onde t é o tempo em dia;

Q(t) é a vazão num instante t;

P_{6m} é a precipitação acumulada de novembro a abril.

6 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste artigo, foi possível concluir que através de um estudo simplificado com poucos parâmetros hidrológicos pode-se obter uma equação de recessão e posteriormente estar definindo a disponibilidade hídrica do rio Salitre, levando em consideração a influência do escoamento subterrâneo.

As limitações básicas para utilização do modelo são: quantidade e qualidade de dados, dificuldade de representar matematicamente os processos do ciclo hidrológico e necessidade de simplificação do comportamento espacial de variáveis. Dada essas limitações, devem ser conhecidos os riscos e as incertezas compatíveis com o estudo realizado.

A bacia do rio Salitre apresenta um comportamento hidrológico complexo em seu trecho baixo pela interação entre os escoamentos, superficial e subterrâneo. Entretanto, o monitoramento da vazão do seu rio principal é realizada apenas neste trecho, impossibilitando a regionalização dessa informação sem incluir o procedimento de separação destes dois tipos de escoamento. Dessa forma a equação para a curva de recessão foi definida caracterizando a contribuição do escoamento subterrâneo a partir de dados de precipitação, como forma de embasar essa regionalização de informações em trechos estratégicos para a gestão dos recursos hídricos na bacia. Esse procedimento será contemplado em etapa posterior deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

ANA – Agencia Nacional de Águas. Disponível em: www.ana.gov.br. HIDROWEB (Sistema de Informações Hidrológicas da ANA). Acesso em 2011.

CABRAL, J. KIIDE, S., SIMÕES S. J. C., MONTWNEGRO, S., Recursos Hídricos subterrâneos. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2001. p. 237-275.

GRH. GRUPO DE RECURSOS HIDRICOS DA UFBA. Projeto de Gerenciamento Integrado das atividades desenvolvidas em terra na bacia do São Francisco. ANA/GEF/PNUMA/OEA. Subprojeto 3.3.B – Plano de Gerenciamento Integrado da bacia do rio Salitre. Resumo Executivo do Relatório Final. 2003. Disponível para download no site: www.ana.gov.br/gefsf/arquivos/ResumoExecutivo3-3B.pdf. Plano de Gerenciamento Integrado da Bacia do rio Salitre - **PLANGIS**. Salvador. Janeiro 2003.

NOVAES, L. F. DE, PRUSKI, F. F.; QUEIROZ, D. O. DE, RODRIGUEZ, R. DEL G., SILVA, D. D. DA, RAMOS, M. M. Modelo para a Quantificação da Disponibilidade Hídrica: Parte 1 — Obtenção da Equação de Recessão. RBRH — Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 14 n.1 Jan/Mar 2009, 15-26.

PERH-BA. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Bahia. Superintendência de Recursos Hídricos - SRH. 2005

SILVEIRA, A. L. L. & SILVEIRA, G. L. Vazões mínimas. In: PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Porto Alegre: ABRH, 2001. p. 125-163