

## REGIONALIZAÇÃO DE VAZÃO DE 95% DE PERMANÊNCIA DA SUB-BACIA 58 – BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

*Jefferson Santana Melo<sup>1</sup> & Mariana Dias Villas Boas<sup>2</sup> Eber Jose de Andrade Pinto<sup>3</sup> Myrla de Sousa Batista Vieira<sup>4</sup>*

**Resumo** A compreensão da disponibilidade hídrica de uma bacia é essencial para gestão dos recursos hídricos. Isso pode ser feito através da avaliação dos dados por meio de análises estatísticas de modo a identificar o comportamento dos rios e fornecer subsídios para, por exemplo, a concessão de outorga. Nesse aspecto a regionalização surge como ferramenta para auxiliar a transferência de informações hidrológicas de locais com série de vazões representativas para outros locais com pouca ou nenhuma informação, limitados por parâmetros físicos e climáticos semelhantes. Além disso, a regionalização fornece uma análise da rede Hidrometeorológica, identificando as áreas que necessitam de melhoria, com a instalação de novas ou relocação de estações existentes e, ainda, fornece um diagnóstico da qualidade dos dados, funcionando como ferramenta de auxílio à análise de consistência dos dados. Este trabalho apresenta uma atualização dos estudos de regionalização da vazão mínima de permanência de noventa e cinco por cento, a chamada Q95% da sub-bacia 58 (bacia do rio Paraíba do Sul), realizado em 2002. Neste estudo foi relacionado à vazão (variável dependente) com características fisiográficas e meteorológicas (variáveis explicativas ou independentes) de forma a permitir a identificação dos possíveis agrupamentos de estações com afinidade de comportamento hidrológico.

**Palavras-Chave** – Regionalização, vazão mínima, regiões homogêneas.

## REGIONALIZATION OF THE RATE OF Q95% FLOW OF PERMANENCE OF THE 58 SUB-BASIN – PARAÍBA DO SUL

**Abstract** – Understanding the water availability of a basin is essential for the water resource management. This can be done by evaluating the data through statistical analyzes to identify the behavior of rivers and provide subsidies for, for example, granting of the right to water use. Thus, the regionalization is a tool to transfer hydrological information from those monitored regions to areas with little or no monitoring, limited by physical and climatic similar factors. Furthermore, the regionalization provide an analysis of the hydrometeorological network, identifying the areas that needs to improve with the installation or reallocation of gauges. In addition, it provides a diagnostic of the data quality, working as a support tool of data consistency analysis. This project presents an update of the Q95% regionalization for Paraíba do Sul watershed performed in 2002. In this study the discharge (dependent variable) was analyzed according to physiographic and meteorological features (explicative or independent variable) in order to identify grouping of gauges with similar hydrology behavior.

**Keywords** – Regionalization, low flow water, homogeneous region.

1 Analista em Geociências da CPRM Serviço Geológico do Brasil, Av. Pasteur, 404, Rio de Janeiro - RJ. CEP 22290-255

Telefone (21) 2295-8787 - E-mail: jefferson.melo@cprm.gov.br

2 Pesquisadora em Geociências CPRM Serviço Geológico do Brasil, Av. Pasteur, 404. Urca. Rio de Janeiro-RJ. CEP 22290-255

Telefone (21) 2295.8787 - E-mail: mariana.villaboas@cprm.gov.br

3 Pesquisador em Geociências CPRM Serviço Geológico do Brasil, Avenida Brasil, 1731 Funcionários Belo Horizonte - MG. CEP 30140-002 Telefone (31) 3878.0307 - E-mail: eber.andrade@cprm.gov.br

4 Pesquisadora em Geociências CPRM Serviço Geológico do Brasil SBN Quadra 02, Asa Norte Bloco H - Edifício Central Brasília - DF - CEP: 70040-904

Telefone (61) 2108-8424 - E-mail: myrla.vieira@cprm.gov.br

## 1. ÁREA DE ESTUDO

A região em estudo constitui a bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul situada entre os paralelos 20° 26' e 23° 38' e os meridianos 41° 00' e 46° 30' (Figura 1) que compreende parte dos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e São Paulo. Ocupa cerca de 0,7% da área do país e aproximadamente 6% da região Sudeste Sendo uma das áreas mais desenvolvidas do país. Em consequência, ela apresenta problemas de conflitos de uso e poluição hídrica por despejos domésticos e industriais, erosão e assoreamento. Os principais setores usuários da água são o industrial – siderurgia, alimentos, energia, indústria automobilística, abastecimento público e o agropecuário.

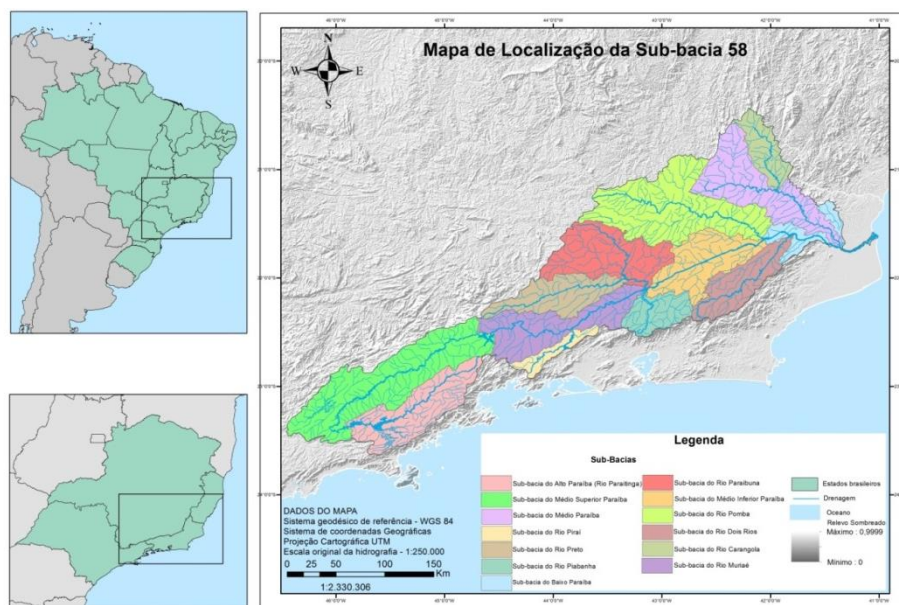


Figura 1- Localização da sub-bacia 58 na região sudeste.

Para agrupar as estações com características de comportamento hidrológico semelhante é fundamental entender o meio físico e analisar se existe algum comportamento relacionado por alguma variável física.

A bacia do Paraíba do Sul é marcada por uma elevada pluviosidade, cuja sua posição tropical e a proximidade da superfície oceânica não explicam por si só essa característica. A esses fatores, que criam pré-condições à pluviosidade, estão associados mecanismos dinâmicos, de massas de ar polares e oceânicas e linhas de instabilidade, e fatores estáticos orográficos, como as Serras do Mar e da Mantiqueira, dispostas preferencialmente no sentido SO/NE.

As unidades topográficas de desníveis tão bruscamente diferenciadas, movimentados e escarpados, constituem os principais fatores responsáveis pela distribuição diferenciada da pluviosidade na região, contrastando os altos das serras com os fundos dos vales. Observando-se o mapa de isoietas da bacia hidrográfica (CPRM-2010), apresentado na Figura 2, sobre o mapa geomorfológico, constata-se influência do relevo na distribuição pluviométrica total. Esses índices pluviométricos nas regiões serranas são bem altos, com variação e gradiente mais intenso na margem direita do Paraíba do Sul de aproximadamente 3000mm a 2000mm médios anuais, das Regiões das Escarpas e Reverso da Serra do Mar às proximidades da cidade de Nova Friburgo. Na margem esquerda a região da Mantiqueira Meridional tem pluviosidade igualmente alta, mas de menor intensidade. A pluviosidade decresce em direção ao vale do Paraíba do Sul, onde o índice

médio anual não raro é de 1000mm, com período seco bastante pronunciado, do final de verão à primavera (abril a agosto).

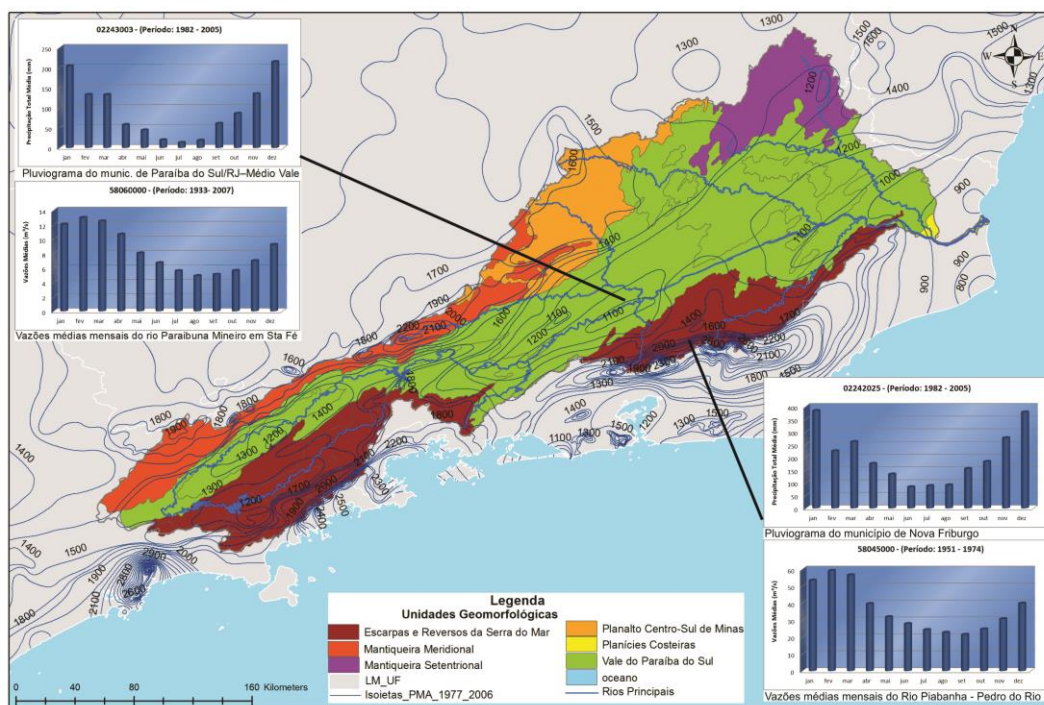


Figura 2 – Mapa de isoietas da bacia hidrográfica sobre o mapa geomorfológico (RADAMBRASIL - 1983).

Caracterizando o regime de vazões do rio Paraíba do Sul e da maioria de seus afluentes, pode-se definir o ano hidrológico de setembro a agosto, com as máximas vazões ocorrendo em janeiro, fevereiro e março e as mínimas em julho, agosto e setembro.

A geologia é um importante componente físico para entender a formação da paisagem. Todavia, não foi possível agrupar estações por essa variável, tendo em vista que a bacia apresenta unidades geológicas bastante diversificadas, com mais de 70 unidades que se estendem desde o Arqueano ao Quaternário, com unidade litológica em todas as Eras. Já com relação à hidrogeologia foi possível fazer algumas correlações com estações de comportamento semelhantes. Nessa classificação a região de estudo é composta por apenas sete subdomínios, com predomínio do Aquífero Fissural que corresponde a mais de 90% de todo território da bacia.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Metodologia

Os estudos de regionalização para a sub-bacia 58 basearam-se na metodologia consolidada pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, reunida e apresentada em Tucci (2000). A metodologia foi aplicada apenas para a variável dependente Q95% que foi definida através de equações de regressão em função das variáveis independentes, precipitação e/ou área de drenagem com base em métricas estatísticas. Com o objetivo de utilizar a maior quantidade disponível de dados já consistidos, foram coletados os dados de todas as estações com mais de cinco anos de vazão fluvial. Em seguida, os dados das estações foram avaliados quanto à sua qualidade conforme Tucci (2000).

Na seleção das estações para a análise regional, ainda foram empreendidos testes de estacionariedade (t – Student para as médias e F – Fisher para as variâncias) das séries anuais de vazões médias e Q95%, utilizando o programa HIDROCAL (Otoni & Alvarez. CPRM, 2011)..

Primeiramente foi realizada a regressão para toda área da sub-bacia 58, constatando-se um melhor ajuste utilizando ambas as variáveis, Precipitação Média e Área de Drenagem, com base nas seguintes estatísticas: a raiz quadrada do erro relativo médio (RMS),  $R^2$  e erro relativo linear para cada estação. Foram testadas as opções usando apenas uma das variáveis independente e as duas juntas para verificar o melhor ajuste. A ferramenta utilizada para a análise das regiões homogêneas e cálculo das equações de regressão foi o programa EXCEL (versão 1997 e 2010). As equações de regressão estabelecidas foram lineares ou de potência, simples ou múltiplas, conforme apresentado a seguir:

$$Q_m = a \times A^b \quad a, b \text{ e } c - \text{Coeficientes} \quad (1)$$

$$Q_m = a \times A^b \times P^c \quad A - \text{Área}$$

$$Q_m - \text{Vazão Mínima} \quad P - \text{Precipitação}$$

## 2.2 Análise dos Dados Hidrológicos Básicos

Os dados fluviométricos utilizados no projeto foram, em sua maioria, da RHN (Rede Hidrometeorológica Nacional), gerenciada pela ANA e operada pela CPRM na região, complementados por dados de outras entidades. Já os dados pluviométricos utilizados foram somente da RHN. Estes dados da RHN foram consistidos pela CPRM para outros projetos desenvolvidos anteriormente e armazenados em banco próprio do Projeto Atlas Pluviométrico da CPRM (CPRM, 2010).

No inventário de Estações Pluviométricas do BD – Hidro (aplicativo de banco de dados) da ANA, disponibilizado internamente pela CPRM em 2009, constam 641 estações, relativo ao período de 1982 a 2007. Nesse estudo não foi realizada a avaliação da densidade mínima das estações pluviométricas para a bacia, pois tal avaliação já é parte integrante do Projeto Atlas Pluviométrico da CPRM (CPRM, 2010).

As informações fluviométricos coletados foram todos manipulados no Hidro 1.0.8. São 626 as estações fluviométricas, no entanto foram selecionadas apenas 179 estações. Com o auxílio do Programa HIDROCAL (Otoni & Alvarez, CPRM, 2011) foi analisado o período de disponibilidade desses dados. Mais de 65% das estações não possuem dados disponíveis e, das que apresentam disponíveis, a maioria teve nota C (entre 5 e 30 anos de dados) seguidas por aquelas com nota A (mais de 40 anos de dados). Entretanto de uma maneira geral, em termos de densidade da rede fluviométrica, a sub-bacia se encontra em situação satisfatória, com relação às recomendações mínimas da OMM (Organização Mundial de Meteorologia).

Entre as estações selecionadas 24 tiveram localização coincidente com alguma outra estação, ficando 155 estações para análise de regressão. Para solucionar esse problema de localização coincidente foram analisados os fluviogramas dessas estações, com período de dados coincidentes ou complementares. A análise auxiliou as decisões de adoção de uma ou outra estação e de preenchimento de algumas séries. Para os casos em que havia falhas e a possibilidade de preenchimento, fez-se a consolidação de uma das séries com os dados da outra, adotando-se uma só para cada localidade, sendo que para denominação do local dos dados das estações de mesma localização foram observados os seguintes critérios: estação em operação, operada pela CPRM e com série de dados de vazão mais longa.

Além da atribuição de notas e análise das estações coincidentes foram realizadas as seguintes verificações: coordenadas das estações, análise de continuidade das vazões, análise do gráfico do coeficiente de escoamento versus área de drenagem e elaborado um diagrama unifilar da bacia,

indicando as posições relativas das estações consideradas para estudo e dos principais reservatórios encontrados.

Na bacia do Paraíba do Sul existem muitos reservatórios de regularização com usinas hidrelétricas ou derivações para abastecimento. Portanto a análise de estacionariedade das séries de vazões médias anuais é muito importante. Assim ela foi feita para as estações localizadas no curso principal, onde se encontram os maiores aproveitamentos hidrelétricos ( Tabela 1), e algumas estações dos principais afluentes da bacia.

Tabela 1 – Aproveitamentos no curso principal. Fonte: SIPOT 2000 (Eletrobrás, 2000).

Aproveitamento	Código - SIPOT	Curso d'água	Proprietário	Ano de fechamento	Início de operação
PARAIBUNA/ PARAITINGA	58087780	Paraibuna e Paraitinga	CESP	01/01/1974	01/04/1978
SANTA BRANCA	58093080	Paraíba do Sul	LIGHT	20/12/1959	01/12/1998
JAGUARI	58128180	Jaguari	CESP	01/05/1972	01/05/1972
FUNIL	58240080	Paraíba do Sul	FURNAS	01/12/1969	
SANTA CECÍLIA (RESERV.)	58318080	Paraíba do Sul	LIGHT		16/03/1952

Assim, para o curso principal, todas as estações apresentaram períodos de não-estacionariedade, mas de um modo geral, foi possível relacioná-los aos grandes empreendimentos hidrelétricos instalados, anteriores a década de 80. Por isso no curso principal, assim como em 2002, para uniformizar o período de tratamento dos dados, foi considerado na análise de regressão apenas o período das séries de vazão das estações após o ano de 1978, sendo descartados os dados do período anterior. O descarte do período de dados anterior a 1978 resultou na exclusão 12 estações que só tinham dados anteriores a 1978 e daquelas que ficaram com menos cinco anos de dados após o descarte.

### 2.3 Estudos das Variáveis Explicativas

As características fisiográficas quantificáveis foram área de drenagem e precipitação total anual média, através da utilização de aplicativos de geoprocessamento (ArcGis 10.1), com bases em cartográficas digitais a partir dos arquivos rasters originais do IBGE, georreferenciados da carta topográfica 1:250.000. Incorporou-se também a hidrografia do mapeamento digital da Fundação CIDE (Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro), cuja escala original foi 1:100.000. A precipitação média foi calculada com base na imagem raster de precipitação total anual (ano civil) do Brasil produzida pelo Projeto Atlas Pluviométrico - CPRM, 2010, com apoio de ferramentas do software ArcGis 10.1 (ArcToolBox/Spatial Analyst Tools/Zonal/Zonal Statistics).

### 2.4 Indicadores de Variabilidade Regional

O coeficiente de escoamento, ao ampliar o conhecimento sobre o comportamento hidrológico de uma bacia, permite observar as estações com comportamento semelhantes, sendo um indicativo de possíveis agrupamentos. Na análise do coeficiente de escoamento das estações versus a área de drenagem correspondente ( $C = \text{Vazão} / \text{Precipitação}$ ), percebeu que os valores dos coeficientes de escoamento das estações fluviométricas variaram entre 0,09 a 1,29, sendo que a maioria das estações apresentaram valores inferiores a 0,5, valores esses consistentes para uma região úmida. Já ao analisar a relação entre a vazão de 95% da curva de permanência e a vazão média de longo período ( $rcp95 = Q95/QMLT$ ), verificou-se no curso principal a influência da transposição de vazões existente na bacia através de Santa Cecília. Estes apresentaram queda nos valores do indicador regional para menos de 0,40 nas estações localizadas a jusante da transposição.

### 3. RESULTADOS

Para iniciar a análise de regressão das vazões Q95% foram consideradas 143 estações selecionadas para o estudo. O procedimento de análise consistiu na busca do melhor resultado em termos de incremento do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), na diminuição dos resíduos individuais (erro médio quadrático), dos totais (raiz do somatório do erro médio quadrático) e do erro linear percentual.

Correlacionando-se as vazões Q95% de cada estação, com as áreas de drenagem, e em seguida também com as precipitações médias, notou-se que a regressão múltipla com a área e precipitação apresentavam melhor coeficiente de determinação e menores desvios relativos. Assim foi na grande maioria dos grupos demonstrando que a precipitação é determinante na diferenciação das regiões.

A partir da análise dos resíduos estatísticos foram detectados problemas no ajuste de algumas estações em relação às outras estações da análise por considerar que seus dados não eram confiáveis e podiam estar com erros. Sendo assim, a área dessa estação, no caso de pertencer à outra estação mais a jusante, continuaria na regionalização. Foram retiradas na análise 4 estações por problemas no ajuste e que apresentavam muitas falhas na planilha de disponibilidade de dados e notas C. Com a retirada dessas estações a planilha base ficou com 139 estações.

Os resultados, da análise de regressão, definiram para Q95% vinte regiões homogêneas e uma região indefinida (Figura 3), que abrange a região da sub-bacia do Piraiá, responsável pela transposição de vazões que abastece grande parte da cidade do Rio de Janeiro bastante regulado pela presença de estação elevatória e por vários reservatórios, apresentando, conseqüentemente dados inconsistentes. Essa região indefinida é composta pelas áreas de contribuição das estações 58335000, 58338000, 58350000, 58352800, 58359000. Está última estava com a coordenada errada, que não poderia ser confirmada, pois ela deveria estar no Paraíba do Sul ao invés do Piraiá, justificando a sua retirada da planilha base.

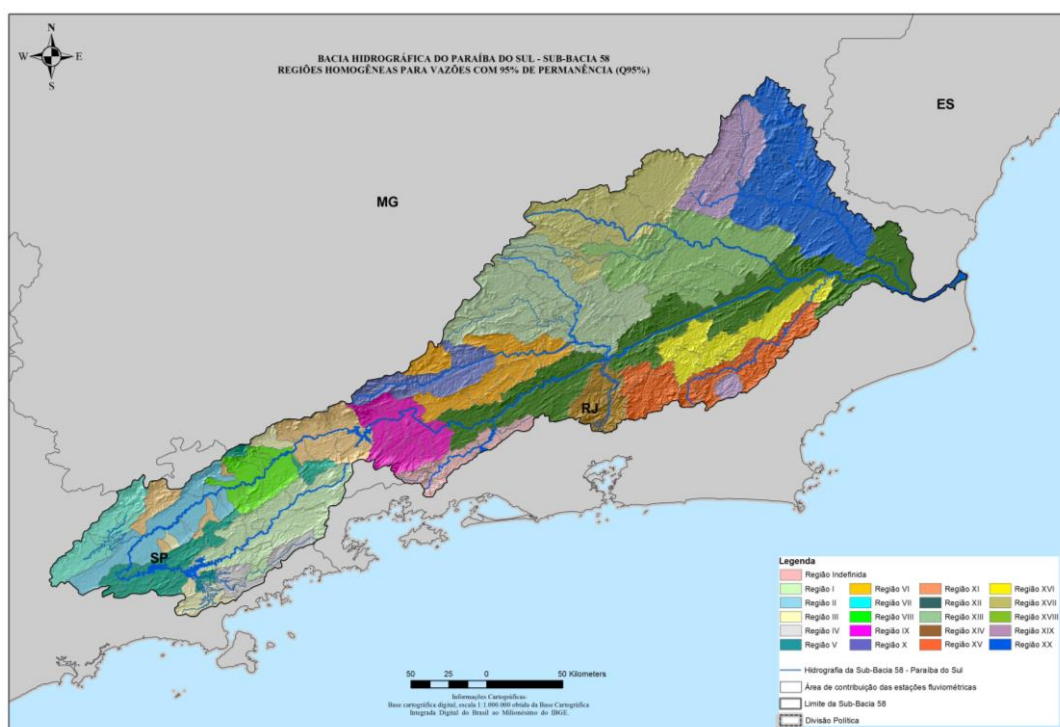


Figura 3 - Mapa das Regiões Homogêneas da Sub-Bacia 58 (CPRM, 2013).

Após a definição das vinte regiões homogêneas foram ajustadas as equações regionais para cada uma das regiões bem como definidos os limites de validade para a área de drenagem. Para algumas regiões foi possível o uso das equações somente com área, é o caso da região I, X, XIX e XX, que apresentaram valor de R<sup>2</sup> ajustado e o somatório dos erros quadráticos maior na regressão múltipla. Outra região é a XVIII, com o ajuste do R<sup>2</sup> mais preciso usando somente uma das variáveis. As equações de regressão regionais são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Equações Regionais Para As Regiões Homogêneas Da Bacia-58

Região Homogênea	Equação regional sendo: Q(m <sup>3</sup> /s), A (km <sup>2</sup> ) e P (m)	R <sup>2</sup> ajustado	Validade Área (km <sup>2</sup> )
I	Q95% = 10 <sup>-2,2610</sup> x A <sup>0,9795</sup> x P <sup>0,9450</sup>	0,9974	44 a 2.731
	Q95% = 10 <sup>-2,1423</sup> x A <sup>0,9934</sup>	0,9933	
II	Q95% = 10 <sup>-3,9393</sup> x A <sup>1,2873</sup> x P <sup>4,6965</sup>	0,9974	30 a 9.860
III	Q95% = 10 <sup>-3,0827</sup> x A <sup>1,2270</sup> x P <sup>2,3806</sup>	0,9837	64 a 1396
IV	Q95% = 10 <sup>-3,0144</sup> x A <sup>1,0873</sup> x P <sup>3,6731</sup>	0,9955	18 a 805
V	Q95% = 10 <sup>-3,2421</sup> x A <sup>1,0779</sup> x P <sup>5,2049</sup>	0,9984	36 a 5.399
VI	Q95% = 10 <sup>-3,5733</sup> x A <sup>1,2187</sup> x P <sup>4,1909</sup>	0,9993	157 a 13.617
VII	Q95% = 10 <sup>-3,1868</sup> x A <sup>1,0469</sup> x P <sup>4,6100</sup>	0,9418	377 a 1.427
VIII	Q95% = 10 <sup>-2,4447</sup> x A <sup>1,1076</sup> x P <sup>0,0172</sup>	0,9994	37 a 11.583
IX	Q95% = 10 <sup>-4,4494</sup> x A <sup>1,3799</sup> x P <sup>5,3951</sup>	0,9979	174 a 16.109
X	Q95% = 10 <sup>-3,0150</sup> x A <sup>1,0767</sup> x P <sup>3,1103</sup>	0,9983	48 a 1.816
	Q95% = 10 <sup>-1,8791</sup> x A <sup>0,9876</sup>	0,9936	
XI	Q95% = 10 <sup>-2,6831</sup> x A <sup>1,0790</sup> x P <sup>1,7961</sup>	0,9989	176 a 3.421
XII	Q95% = 10 <sup>-9,7936</sup> x A <sup>2,0754</sup> x P <sup>16,0225</sup>	0,9769	17.737 a 55.576
XIII	Q95% = 10 <sup>-2,3424</sup> x A <sup>1,0055</sup> x P <sup>1,4222</sup>	0,9965	151 a 8.615
XIV	Q95% = 10 <sup>-2,0485</sup> x A <sup>0,7786</sup> x P <sup>2,2228</sup>	0,9974	52 a 2.063
XV	Q95% = 10 <sup>-1,7270</sup> x A <sup>0,8509</sup> x P <sup>0,2547</sup>	0,9864	104 a 1.814
XVI	Q95% = 10 <sup>-2,7613</sup> x A <sup>0,8899</sup> x P <sup>6,1243</sup>	0,9982	290 a 3.118
XVII	Q95% = 10 <sup>-6,5717</sup> x A <sup>1,2406</sup> x P <sup>20,3908</sup>	0,9564	315 a 2335
XVIII	Q95% = 10 <sup>-2,3964</sup> x A <sup>1,0314</sup> x P <sup>0,2252</sup>	0,9976	335 a 8.273
	Q95% = 10 <sup>-2,3964</sup> x A <sup>1,0416</sup>	0,9983	
XIX	Q95% = 10 <sup>-1,1924</sup> x A <sup>0,8557</sup> x P <sup>4,3180</sup>	0,9906	151 a 1.083
	Q95% = 10 <sup>-2,3964</sup> x A <sup>1,0678</sup>	0,9701	
XX	Q95% = 10 <sup>-3,3308</sup> x A <sup>0,9899</sup> x P <sup>8,3356</sup>	0,9861	772 a 7.285
	Q95% = 10 <sup>-2,2389</sup> x A <sup>0,9495</sup>	0,9517	

Os desvios relativos das estações respeitaram os valores de 25%, e o ERM das equações para as regiões homogêneas foram inferiores a 14%, o que indica um razoável ajuste para o fim proposto, que foi estimar a Q95%. Em conformidade com essa conclusão, os valores de R<sup>2</sup> ajustado para as estações foram altos, em média 0,9904. Assim, conclui-se que os resultados estatísticos dos modelos selecionados para estimativa da Q95% foram de um modo geral, satisfatórios.

#### 4. CONCLUSÕES

As regiões homogêneas definidas no presente estudo foram diferentes daquelas definidas no estudo realizado em 2002. Foram estabelecidas vinte regiões no trabalho atual enquanto que em

2002 foram selecionadas apenas treze. O curso principal é muito regularizado devido aos diversos aproveitamentos hidrelétricos. Foram testadas diversas combinações com a inclusão e a exclusão das estações localizadas no curso principal, e a participação delas possibilitou um melhor ajuste das equações regionais. Vale acrescentar, que de um modo geral, o ajuste realizado nesse estudo foi ligeiramente superior ao anterior com base nas métricas estatísticas. O que se justifica pelo fato da maior quantidade de dados do estudo atual, em razão do aumento da série histórica das estações em operação e, ainda, pela inclusão de estações que não participaram do estudo anterior por não existirem ou por terem menos de 5 anos de dados na época.

## 5. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer aos colegas Achiles Monteiro (in memoriam) e Lígia Araújo pelo incentivo.

## 6. REFERÊNCIAS

TUCCI, C. E. M.- *Regionalização das Vazões - Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL - IPH - UFRGS*. Porto Alegre, 2000.

TUCCI, C. E. M. - *Hidrologia, Ciência e Aplicação* - ABRH, Editora da Universidade - UFRGS. Porto Alegre, 1993.

TUCCI, C. E. M., 2002. *Regionalização de Vazões*, 1ª Edição, UFRGS, Brasil.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, *Regionalização de Vazões das Sub-Bacia 58 Paraíba do Sul* (Convênio: 015/2000 Aneel – 013/CPRM/00) Tomo I, 2002.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, *Regionalização de Vazões das Sub-Bacia 58 Paraíba do Sul*, 2016.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. *HIDROCAL: cálculo de variáveis hidrológicas e determinação de testes estatísticos para um estudo de regionalização de vazões*. Versão 1.0. Desenvolvedores: MARTA V. OTTONI; MARLON G. L. ALVAREZ, CPRM, 2011.

DANTAS, M.E.; SHINZATO, E.; MEDINA, A.I.M.; SILVA, C.R.; PIMENTEL, J.; LUMBRERAS, J.F.; CALDERANO, S.B.; CARVALHO FILHO, A.; MANSUR, K. & FERREIRA, C.E.O. (2001) *Diagnóstico Geoambiental. Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, Brasília, CPRM-DEGET*, 38pp.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, *Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil*. Escala 1:2.500.000, 2008.

ELETROBRÁS - *Sistema de Informação do Potencial Hidrelétrico Brasileiro* – SIPOT – 2000.

PROJETO RADAMBRASIL (1983). *Mapa Geomorfológico do Brasil*. Escala 1:1.000.000.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, *Projeto Atlas Pluviométrico*, Disponível em <http://www.cprm.gov.br/publique/Hidrologia/Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>, 2010.