

# RELAÇÃO DA HIDROGEOLOGIA E OS INDICADORES REGIONAIS DE VAZÃO NA SUB-BACIA DA LAGOA DOS PATOS

Francisco F. N. Marcuzzo<sup>1</sup>; Flora W. Simon<sup>2</sup> & Roberto E. Kirchheim<sup>1</sup>

**Resumo** – No planejamento e gestão de águas superficiais e subterrâneas, a médio e longo prazo, é oportuno, para um melhor entendimento do escoamento superficial e de base, lançar mão de estudos da relação da diversidade dos indicadores regionais da vazão dos cursos d'água da sub-bacia que se pretende estudar e a hidrogeologia da região. O objetivo foi investigar as relações dos indicadores de variabilidade regional de vazão de estações fluviométricas com mais de cinco anos de dados, na sub-bacia da Lagoa dos Patos, frente à sua diversidade hidrogeológica. Foram calculados e plotados em um mapa hidrogeológico da sub-bacia o coeficiente de variação da vazão média anual de longo período, coeficiente de variação de 95% da vazão de permanência, a relação da vazão de permanência a 50 e 95% do tempo com a vazão média de longo termo, coeficiente de escoamento superficial, vazões médias específicas de longo período e de 95% de permanência. Para a relação da vazão de permanência 95%, os maiores valores estão em estações localizadas em quatro sub-bacias distintas, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I e III, e Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I e II.

**Abstract** – In the management of surface and groundwater in the medium and long term, it is appropriate, for a better understanding of runoff superficial and underground, make use of the studies compared the diversity of regional indicators of flow of watercourses in the sub-basin under study and hydrogeology of the area. The objective was to investigate the relationships of indicators of regional variability of flow gauged stations with more than five years of data, the sub-basin of the Lagoa dos Patos in front of their hydrogeological diversity. Were calculated and plotted on a hydrogeological map of the sub-basin: the coefficient of variation of the average annual flow of long period, coefficient of variation of 95% flow permanence, the ratio of flow rate to remain at 50 and 95% of the time with long term average flow, runoff coefficient, specific flow rates and long average of 95% of stay. Relation to the flow of stay 95%, the highest values are at stations located in four distinct sub-basins, which are on the hydrogeological formations Aquifer System Basement Complex I and III, and Quaternary Coastal Aquifer System I and II.

**Palavras-Chave** – Regionalização de Vazões, Sub-Bacia 87, Vazão Média de Longo Período.

---

<sup>1</sup>Pesquisador em Geociências, CPRM / SGB - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil - Rua Banco da Província, nº105 - Santa Teresa - Porto Alegre/RS - CEP 90840-030, Tel.: (51) 3406-7300. [francisco.marcuzzo@cprm.gov.br](mailto:francisco.marcuzzo@cprm.gov.br); [roberto.kirchheim@cprm.gov.br](mailto:roberto.kirchheim@cprm.gov.br).

<sup>2</sup>Engenheira Ambiental, ex-estagiária do projeto de Regionalização de Vazões da Sub-Bacia 87, CPRM / SGB. [florawsimon@gmail.com](mailto:florawsimon@gmail.com).

## 1 - INTRODUÇÃO

Os indicadores da variabilidade regional de vazão têm a premissa básica de ajudar a identificar os possíveis agrupamentos de estações com comportamento hidrológico semelhante que possibilitem a regionalização desta variável. Não somente, mas principalmente os indicadores de vazões mínimas estão intrinsecamente associados ao comportamento da vazão de base, ou seja, é diretamente dependente da vazão mantida pela água subterrânea existente nos aquíferos da região.

Virões (2013), em um estudo de regionalização e vazões na sub-bacia 50, cita que se calculam os indicadores hidrológicos regionais e características estatísticas para análise de sua variabilidade espacial, visando auxiliar a definição das regiões hidrológicas e estatisticamente homogêneas. As análises mais qualitativas de mapas temáticos auxiliaram a definição dos limites dessas regiões.

Karmann (2004) cita que a água, ao se infiltrar no solo, tende a atingir o limite inferior da percolação de água que é dado quando as rochas não admitem mais espaços abertos (poros) devido à pressão da pilha de rochas sobrejacentes, onde sofre um represamento, preenchendo todos os espaços abertos em direção à superfície. Estabelece-se assim uma zona onde todos os poros estão cheios de água, denominada zona saturada ou freática. Acima desse nível, os espaços vazios estão parcialmente preenchidos por água, contendo também ar, definindo a zona não saturada. O limite entre essas duas zonas é definido como superfície freática ou nível da água subterrânea.

Vários estudos contemplando relações de vazões com pluviosidade de diferentes áreas foram conduzidos por Manzione *et al.* (2009), Manzione *et al.* (2010) e Manzione *et al.* (2012), conduzida pela função de impulso e resposta, sendo aplicável também para vazão, tornando-se viável o estudo direto de diferentes tipos de fenômenos, que alteram o nível freático e, por conseguinte, a recarga de aquíferos.

Simon *et al.* (2013), em um estudo do regime hídrico pluvial e fluvial da sub-bacia da Lagoa dos Patos no Rio Grande do Sul, concluíram que 16 das 25 estações fluviométricas estudadas apresentaram um período de maior disponibilidade hídrica devido ao aumento da descarga líquida entre abril e outubro. Os autores verificaram que nove outras estações possuem este período de maior disponibilidade hídrica entre abril e dezembro, com variações entre as estações. Os autores conseguiram diferenciar, para a quase totalidade da sub-bacia da Lagoa dos Patos, um período com maior disponibilidade hídrica por descarga líquida dos rios, de abril a outubro, de um período com menor disponibilidade hídrica, de novembro a março.

A definição do ano hidrológico, ou seja, do regime hídrico é importante para assegurar a independência serial de uma amostra de dados hidrológicos. Nota-se que em estudos de amostras de vazões mínimas a abordagem usual da definição do ano hidrológico deve ser utilizada com restrição (NAGHETTINI E PINTO, 2007).

A infiltração, segundo Cecílio *et al.* (2013), é o processo de passagem da água da superfície para o interior do solo; o aumento dessas pode acarretar em redução da erosão e maior recarga dos aquíferos, ampliando o escoamento de base e reduzindo as vazões máximas de cursos d'água. Para boa modelagem desse processo é necessário o entendimento de suas relações com as propriedades do solo. Entretanto, a caracterização das variáveis que influenciam na infiltração é demorada e difícil, pois a intensidade com que algumas variáveis influenciam o processo, ainda hoje, não é bem definida.

Segundo Santos *et al.* (2013), na atualidade, metade da população mundial reside em centros urbanos, e os impactos negativos decorrentes de eventos hidrológicos têm sido recorrentes, visto que, com o aumento da impermeabilização, há redução nas taxas de infiltração, levando à diminuição da recarga dos aquíferos e à diminuição do escoamento de base. Conseqüentemente, o escoamento superficial é intensificado, aumentando a frequência e a magnitude dos picos de cheia, o que pode resultar na ocorrência de inundações, especialmente nos centros urbanos.

Segundo Tucci (2009), em bacias hidrográficas de grande porte, as precipitações frontais são as que mais afetam a recarga de aquíferos e a vazão dos rios, com sua influência dependendo ainda se a frente de instabilidade caminha de jusante para montante ou percorrendo o caminho inverso. Não obstante, o mesmo autor atenta que o aumento da ocorrência e extensão de planícies de inundação e o efeito acumulado do atrito no curso hidráulico do leito do rio afetam as análises de vazão dos rios e recarga de aquíferos, tanto pela variação sazonal de assoreamento versus rebaixamento do leito (CHEVALLIER, 2009).

Silveira (2009) também atenta para o amortecimento das ondas de cheia, levando posteriormente, ainda, segundo Tucci (2009) à evapotranspiração e infiltração nas lagoas marginais e solos hidromórficos aluviais. Tais explanações ressaltam a importância de estudos que concatenem a hidrologia superficial com a subterrânea.

Sivalapan (2005) ressalta que, para o progresso da ciência hidrológica e hidrogeológica, é necessária uma reorientação metodológica para que as pesquisas sobre bacias hidrográficas sejam dirigidas, sempre que possível, sobre um sistema de bacias aninhadas. Assim, a ponderação de um processo hidrogeológico demandaria ser mensurada em diversos pontos no decorrer da bacia hidrográfica, subdividindo seus dados por sub-bacias, de modo a investigar sua variação conforme se amplia a escala da bacia hidrográfica.

A determinação do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul, enquanto não estiver concluído o Plano de uma determinada bacia hidrográfica, a vazão de referência para orientar a outorga de direito de uso da água será aquela com garantia de 90% (noventa por cento) de permanência – Q90 (RIO GRANDE DO SUL. SECRETARIA DO MEIO

AMBIENTE, 2014). Estudos que relacionem o escoamento de base pela contribuição de aquíferos com os indicadores de variabilidade da vazão da sub-bacia vem favorecer com dados técnicos e objetivos a discussão para o correto gerenciamento dos recursos hídricos do Rio Grande do Sul.

O presente trabalho tem por objetivo investigar as relações dos indicadores de variabilidade regional de vazão de estações fluviométricas, com mais de cinco anos de dados, na sub-bacia da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul), frente à sua variação espacial hidrogeológica.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Área de estudo

A sub-bacia 87 (Figura 1) está situada na região leste do estado do Rio Grande do Sul. Corresponde a uma superfície de drenagem da ordem de 58.415 km<sup>2</sup> e possui como corpo d'água principal a Lagoa dos Patos. Seus principais formadores são as sub-bacias do Lago Guaíba, a noroeste, e do Camaquã, a oeste. O Lago Guaíba, por sua vez, recebe a contribuição das sub-bacias dos rios Gravataí, Caí, Sinos, e Baixo Jacuí. As sub-bacias do rio Tramandaí (Litoral Norte) e Litoral Médio também se inserem na sub-bacia 87, drenando diretamente ao oceano Atlântico. Um maior detalhamento da área de estudo poderá ser verificado em Pickbrenner e Marcuzzo (2014).

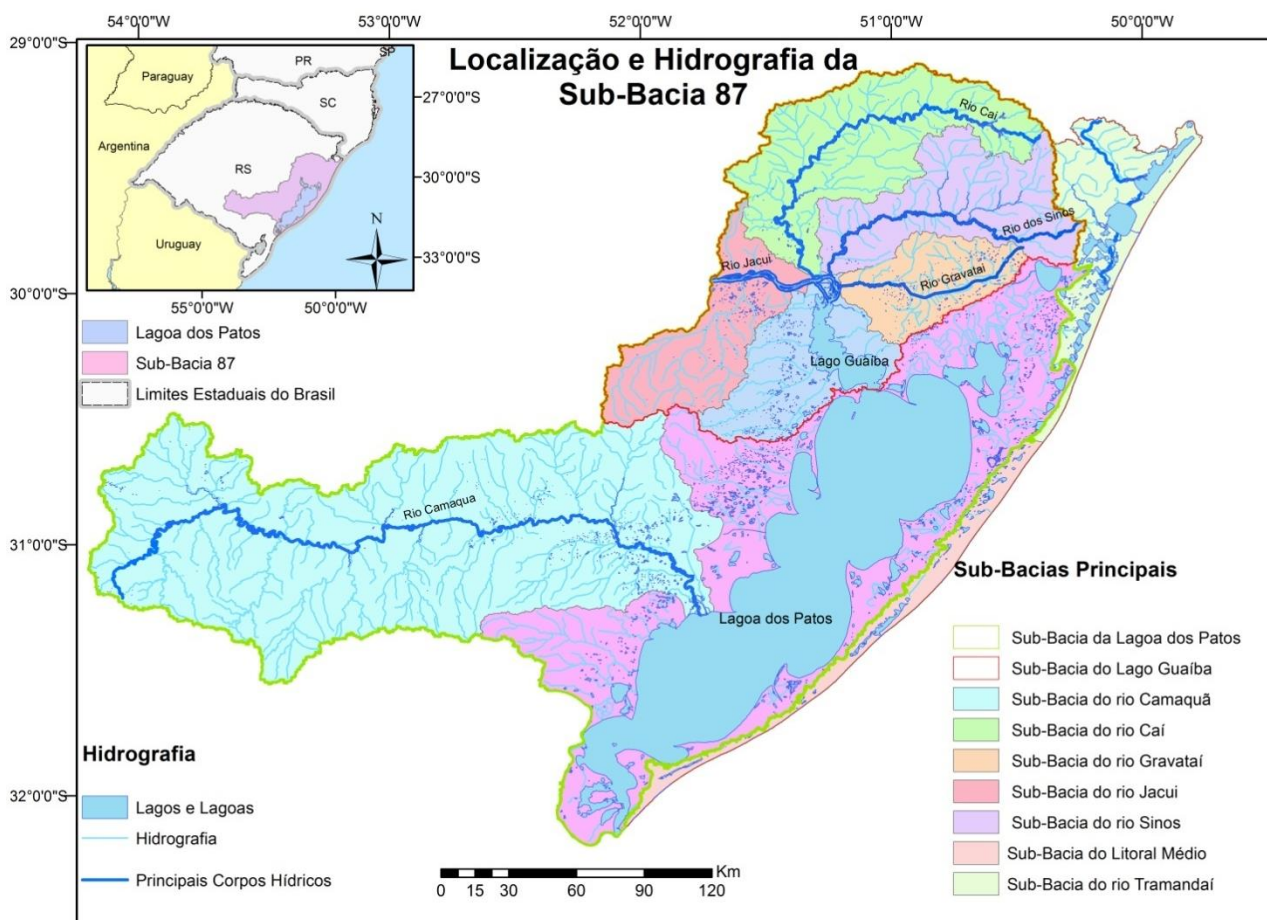


Figura 1 - Hidrografia com os principais cursos d'água da sub-bacia 87.

Conforme a Figura 1 (TSCHIEDEL *et al.*, 2012), no presente trabalho serão abordadas as sub-bacias do rio Caí, rio Gravataí, rio dos Sinos, rio Camaquã, sub-bacia da Lagoa dos Patos, sub-bacia do Lago Guaíba e a sub-bacia do rio Tramandaí (ou sub-bacia do Litoral Norte), a qual drena diretamente para o Oceano Atlântico.

## 2.2 – Altimetria, clima e pluviosidade da sub-bacia da Lagoa dos Patos

Na caracterização altimétrica da sub-bacia 87, de acordo com Tschiedel *et al.* (2012), ocorrem altitudes elevadas no contorno do Rio Camaquã, próximo às fronteiras sul, sudoeste e oeste da sub-bacia 87. As altitudes mais elevadas de toda a sub-bacia ocorrem ao norte, atingindo 1000 metros em determinadas regiões, pois compreende parte da serra do Rio Grande do Sul. O restante da sub-bacia apresenta altitudes mais baixas, próximas ao nível do mar nas regiões litorâneas e no entorno da Lagoa dos Patos.

Quanto aos aspectos climáticos, de acordo com os métodos descritos por Köppen (1936) *apud* Peel (2007), o clima da sub-bacia 87 é composto unicamente pelo tipo Cfa (clima temperado úmido), subdivisão da classificação geral Cf (clima temperado), que resulta de regiões com clima úmido, onde a precipitação é bem distribuída em todos os meses do ano, com inexistência de estação seca definida.

Para a caracterização pluviométrica geral da sub-bacia 87, apresentada a seguir, utilizou-se dos resultados apresentados no Atlas Pluviométrico do Brasil (PINTO *et al.*, 2011), com dados de precipitação compreendidos entre 1977 a 2006. Estes dados estão também disponíveis em Brasil (2013) e também foram utilizados no estudo elaborado por Simon *et al.* (2013).

Analisando os dados publicados por Pinto *et al.* (2011), avaliando-se a totalidade da sub-bacia 87, na parte oeste, referente à sub-bacia do rio Camaquã, o mês mais chuvoso é o mês de abril. Entretanto, para o restante da bacia, o mês mais chuvoso é o mês de julho. Em relação ao mês seco, na parte central e oeste da sub-bacia 87 o mês de agosto apresenta as menores precipitações. Entretanto, a noroeste é o mês de março, e a nordeste, na região litorânea, o mês de maio é o mais seco. Os meses que apresentaram as menores precipitações foram dezembro e janeiro, com respectivamente 83 mm e 87 mm, na região leste da sub-bacia 87, próximo ao limite norte da Lagoa dos Patos. Quanto aos meses que apresentaram as maiores precipitações foram julho e outubro, com 185 mm e 191 mm respectivamente, na região norte da sub-bacia 87.

Analisando-se trimestralmente, o trimestre mais chuvoso corresponde a abril-maio-junho, para o oeste da sub-bacia 87, junho-julho-agosto, para o norte da sub-bacia 87, e julho-agosto-setembro, para o restante da bacia, com destaque para a região central. Quanto ao trimestre mais seco, há uma divisão dentro da sub-bacia 87. A oeste, o trimestre mais seco é novembro-dezembro-janeiro, enquanto a leste, o trimestre mais seco é março-abril-maio. Quanto à precipitação anual

total, percebe-se uma variação entre 1300 mm até 1700 mm, sendo a precipitação menor a leste da sub-bacia e maior ao norte e na região central (PINTO *et al.*, 2011).

### 2.3 - Dados utilizados no estudo

Quantos as estações fluviométricas (Figura 2), foram utilizados os dados de 25 estações, das quais 15 estão desativadas, disponíveis em Brasil (2013). Uma descrição mais detalhada pode ser observada em Simon *et al.*, 2013. As equações para cálculo dos indicadores de variabilidade regional de vazão podem ser verificadas em Tucci (2002). O mapa hidrogeológico utilizado no estudo foi publicado por Machado e Freitas (2005).

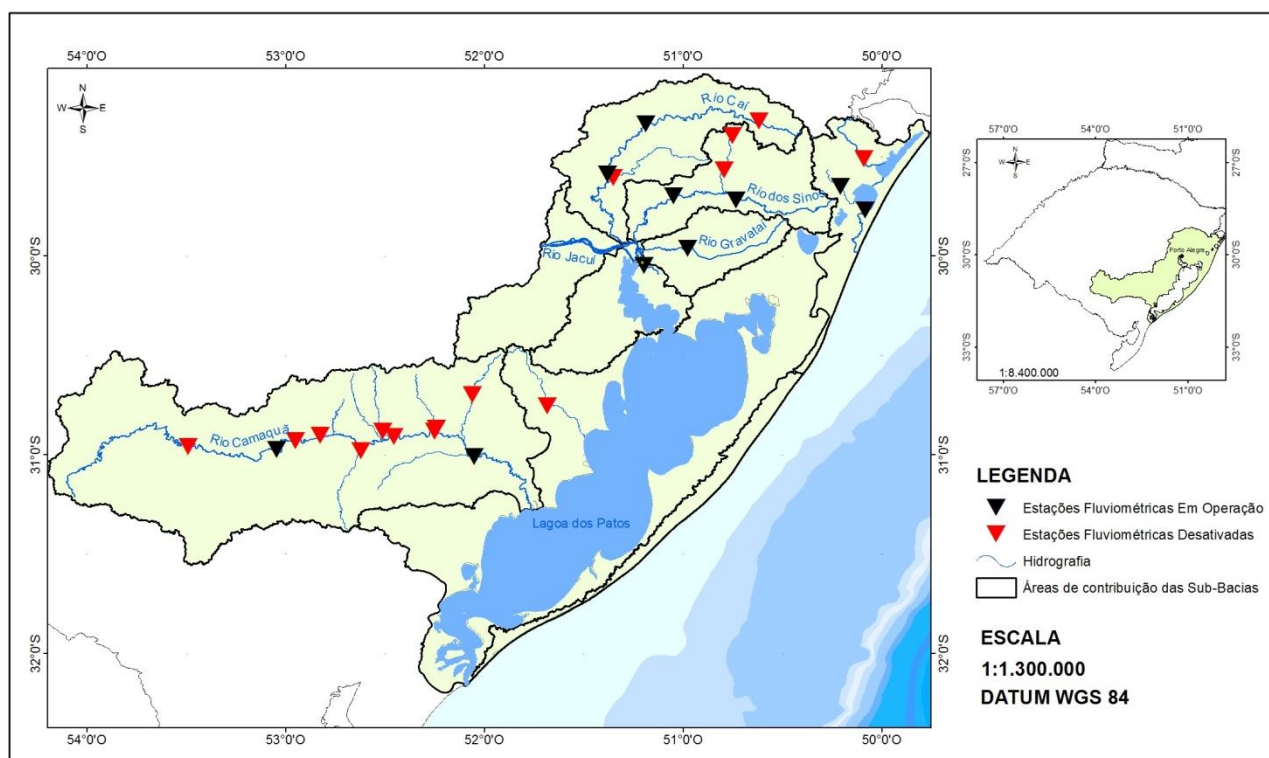


Figura 2 – Localização das estações fluviométricas na sub-bacia 87

### 2.4 - Indicadores da variabilidade regional de vazão

Os indicadores são calculados para avaliar a qualidade dos dados quantitativos fluviométricos. Neste estudo foram calculados e plotados em um mapa hidrogeológico da sub-bacia, os seguintes indicadores de variabilidade regional de vazão:  $CVQ_{mlt}$  (coeficiente de variação da vazão média anual de longo período),  $CVQ_{95Anual}$  (coeficiente de variação de 95% da vazão de permanência),  $rcp50$  (relação da vazão de permanência a 50% do tempo com a vazão média de longo termo),  $rcp95$  (relação da vazão de permanência a 95% do tempo com a vazão média de longo termo),  $C_{escoamento}$  (coeficiente de escoamento superficial),  $Q_{mltesp}$  (vazões médias específicas de longo período) e  $Q_{95 esp}$  (vazões médias específicas com 95% de permanência).

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 3 que os valores menores de  $CVQ_{mlt}$  ocorrem em estações localizadas no trecho intermediário do rio Camaquã, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2), em estações na sub-bacia (Figura 1) do rio dos Sinos (estação Igrejinha, código 87372000) e rio Caí (estação Costa do rio Cadeia, código 87250000), que estão sobre a formação hidrogeológica Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia (bp) e na estação Camaquã I (código 87530000) na sub-bacia da Lagoa dos Patos, que está sobre a formação hidrogeológica Sistema Aquífero Quaternário Costeiro II (qc2).

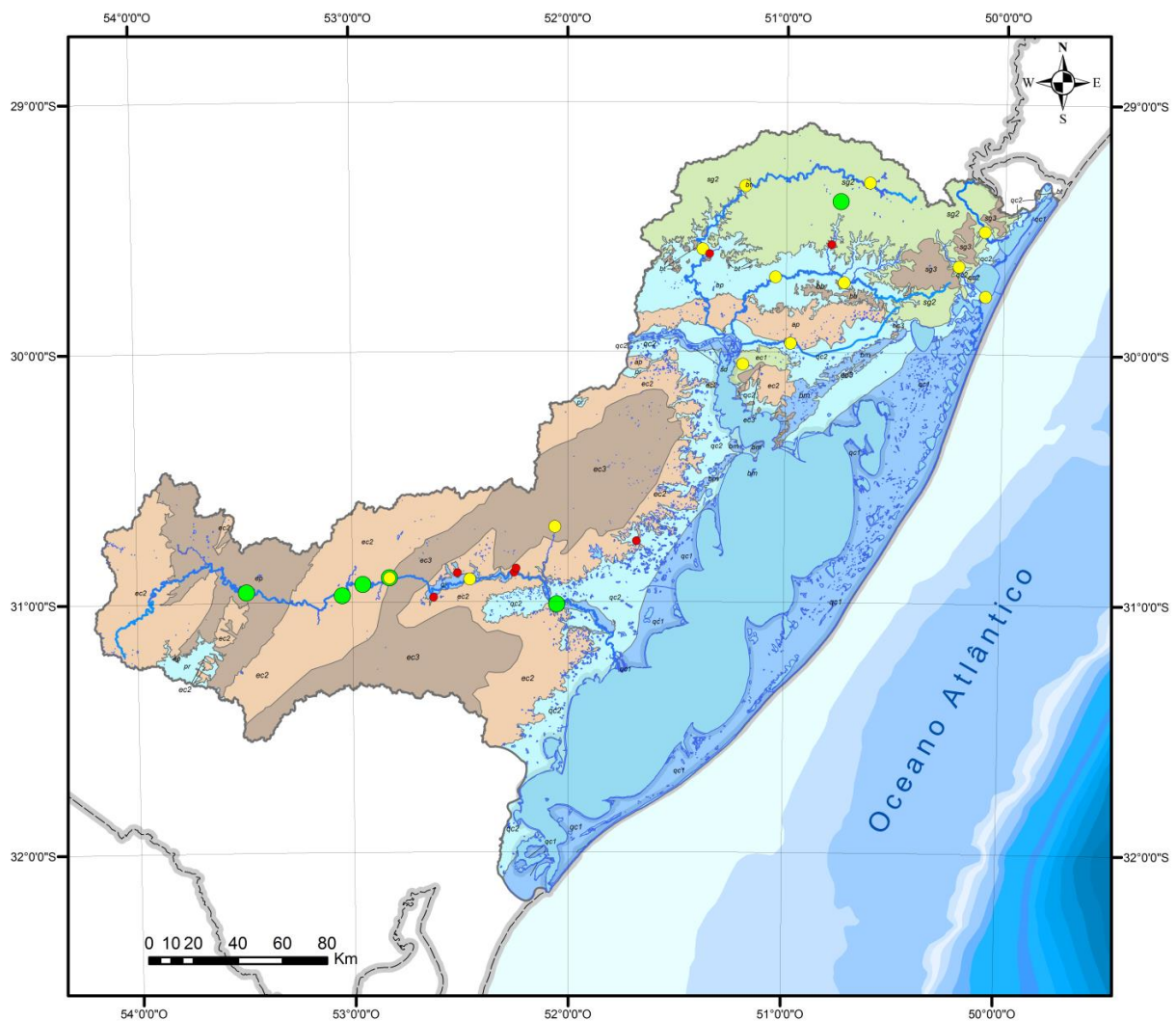
Os maiores valores de  $CVQ_{mlt}$  ocorrem na cabeceira do rio Camaquã e bem a jusante do mesmo rio, em estações que estão sobre as formações hidrogeológicas Aquicludes Eo-paleozóicos (ep) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2). O valor mais elevado de  $CVQ_{mlt}$  ocorre para a estação Passo do Louro (código 87366000), que está sobre a formação hidrogeológica Sistema Aquífero Serra Geral II (sg2).

Nota-se na Figura 4 que valores de  $CVQ_{95Anual}$  menores que 0,53 ocorrem para as estações localizadas no trecho médio do rio Camaquã, em várias estações na sub-bacia do rio dos Sinos, além de estações nas sub-bacias do rio Caí, do Litoral Norte, da Lagoa dos Patos e do Guaíba.

Como a maior parte das estações apresentou valores mais baixos do coeficiente de variação de 95% da vazão de permanência (Figura 4), estas se situam sobre várias formações hidrogeológicas, entre elas o Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi) na sub-bacia do rio Camaquã, o Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I, II e III (ec1, ec2 e ec3) nas sub-bacias do rio Camaquã e Guaíba, o Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I e II (qc1 e qc2) nas sub-bacias do Litoral Norte e Lagoa dos Patos e o Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia (bp), este último abrangendo as sub-bacias do rio Caí e do rio dos Sinos.

Os valores maiores do coeficiente de variação de 95% da vazão de permanência (entre 0,95 e 1,55) ocorrem para as estações Passo do Cação (código 87590000) e Passo das Carretas (código 87670000), no rio Camaquã, e estão sobre as formações hidrogeológicas Aquicludes Eo-paleozóicos (ep) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2).

Na Figura 5 nota-se que os valores de  $rcp_{50}$  menores que 0,50 ocorrem para todas as estações localizadas na sub-bacia do rio Camaquã, sendo que as estações localizadas a montante estão sobre as formações hidrogeológicas Aquicludes Eo-paleozóicos (ep), Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III (ec3). Já as estações no curso intermediário e baixo do rio Camaquã estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2).



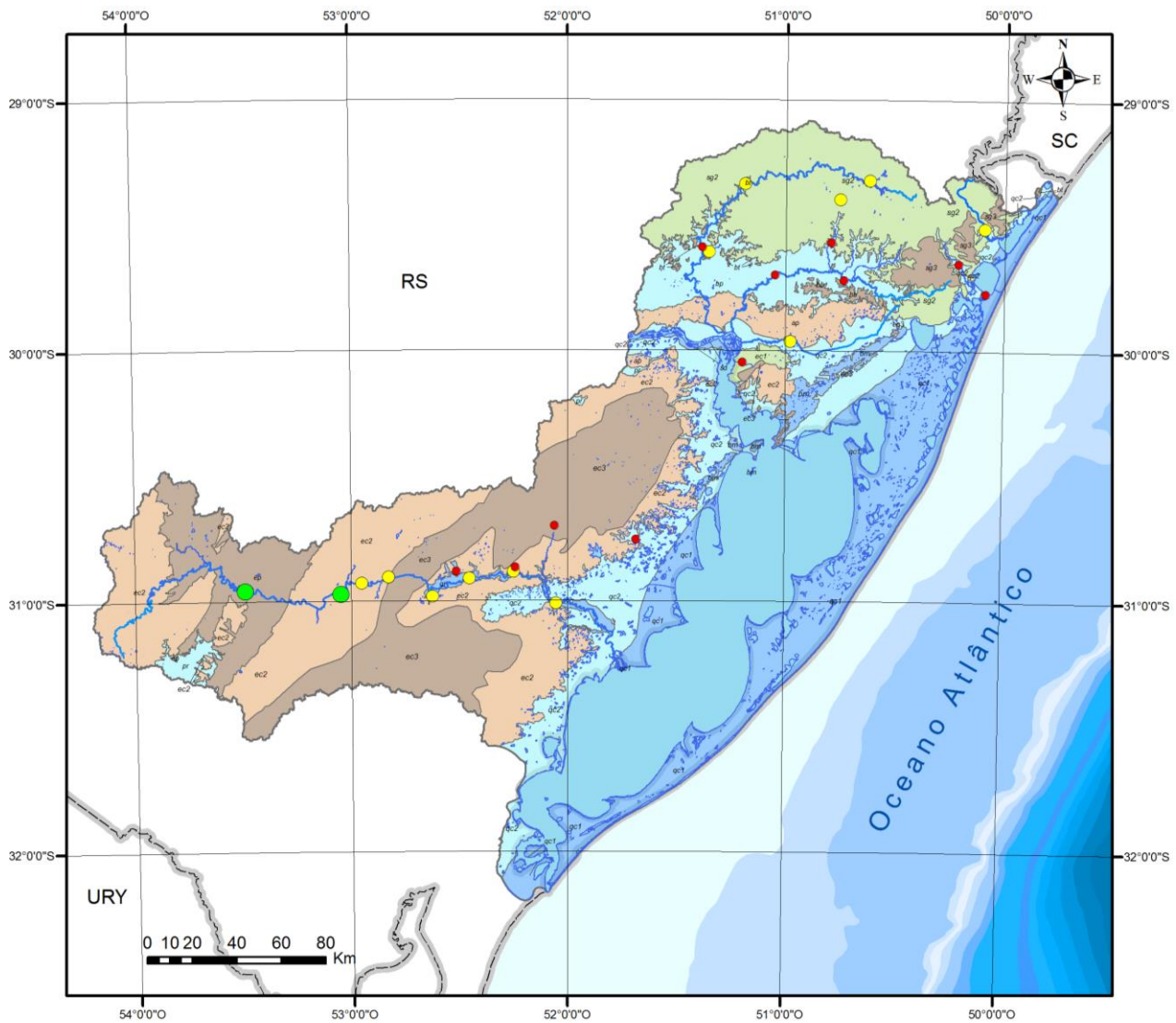
## Legenda

### POTENCIAL / PROVÍNCIA

<p><b>MÉDIO A BAIXO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">qc2</span> Sistema Aquífero Quaternário costeiro II Arelas finas inconsolidadas</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">pr</span> Sistema Aquífero Palermo/Rio bonito Arenitos finos a médios</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">bp</span> Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia Arenitos médios</li> </ul> <p><b>MÉDIO A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE POR FRATURAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ec1</span> Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I Granitóides fraturados</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">sg2</span> Sistema Aquífero Serra Geral II Rochas vulcânicas</li> </ul>	<p><b>PRATICAMENTE IMPRODUTIVOS / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">bb</span> Sistema Aquífero Basalto/Botucatu Associação de basaltos e arenitos improdutivo</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">bt</span> Sistema Aquífero Botucatu Arenitos médios</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ep</span> Aquíclides Eo-paleozóicos Arenitos finos a médios</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ec3</span> Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III Rochas granitóides maciças</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">sg3</span> Sistema Aquífero Serra Geral III Rochas vulcânicas</li> </ul>	<p><b>LIMITADOS A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ap</span> Aquíclides Permianos Siltitos argilosos</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ec2</span> Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II Rochas granitóides e metamórficas</li> </ul> <p><b>ALTO A MÉDIO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">bm</span> Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha Arelas inconsolidadas</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">qc1</span> Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I Arelas inconsolidadas</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">sd</span> Sistema Aquífero Sedimentos Deltaicos Intercalações de argilas com areias finas a grossas inconsolidadas</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">qi</span> Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado Arelas grossas e cascalhos inconsolidados</li> </ul>
<p><b>INDICADORES DA VARIABILIDADE REGIONAL</b></p> <p>CVQ<sub>mlt</sub></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">●</span> 0,11 - 0,28</li> <li><span style="color: yellow;">●</span> 0,28 - 0,41</li> <li><span style="color: green;">●</span> 0,41 - 0,62</li> </ul>		

Figura 3 – Distribuição espacial do indicador da variabilidade regional coeficiente de variação da vazão média anual, das estações fluviométricas utilizadas neste estudo.





## Legenda

### POTENCIAL / PROVÍNCIA

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- qc2 Sistema Aquífero Quaternário costeiro II  
Areias finas inconsolidadas
- pr Sistema Aquífero Palermo/Rio bonito  
Arenitos finos a médios
- bp Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia  
Arenitos médios

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE POR FRATURAS

- ec1 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I  
Granitóides fraturados
- sg2 Sistema Aquífero Serra Geral II  
Rochas vulcânicas

### INDICADORES DA VARIABILIDADE REGIONAL

- CVQ<sub>95Anual</sub>
- 0,25 - 0,53
  - 0,53 - 0,95
  - 0,95 - 1,55

PRATICAMENTE IMPRODUTIVOS / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- bb Sistema Aquífero Basalto/Botucatu  
Associação de basaltos e arenitos improdutos
- bt Sistema Aquífero Botucatu  
Arenitos médios
- ep Aqüicludes Eo-paleozóicos  
Arenitos finos a médios
- ec3 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III  
Rochas granitóides maciças
- sg3 Sistema Aquífero Serra Geral III  
Rochas vulcânicas

LIMITADOS A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- ap Aqüitardos Permianos  
Siltitos argilosos
- ec2 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II  
Rochas granitóides e metamórficas

ALTO A MÉDIO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- bm Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha  
Areias inconsolidadas
- qc1 Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I  
Areias inconsolidadas
- sd Sistema Aquífero Sedimentos Deltaicos  
Intercalações de argilas com areias finas a grossas inconsolidadas
- qi Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado  
Areias grossas e cascalhos inconsolidados

Figura 4 – Distribuição espacial do indicador da variabilidade regional coeficiente de variação de 95% da vazão de permanência, das estações fluviométricas utilizadas neste estudo.

Conforme observado na Figura 5, estações no rio Caí (Figura 1), rio dos Sinos e na sub-bacia do Litoral Norte também apresentaram valores de  $rcp_{50}$  menores que 0,50 e estão sobre as

formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia (bp) e Sistema Aquífero Quaternário Costeiro II (qc2).

As estações que apresentaram os maiores valores de  $rcp_{50}$  foram Camaquã I e Barra do João Pedro – Montante, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário costeiro I (qc1) e Sistema Aquífero Quaternário costeiro II (qc2), respectivamente.

Na Figura 6, que mostra a espacialização da  $rcp_{95}$ , observa-se que valores de  $rcp_{95}$  menores que 0,06 ocorrem para várias estações localizadas na sub-bacia do rio Camaquã, sendo que as estações localizadas a montante estão sobre as formações hidrogeológicas Aquicludes Eo-paleozoicos (ep), Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III (ec3).

Contudo as estações no curso intermediário e baixo do rio Camaquã (Figura 1) estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2).

As estações que apresentaram maiores valores de  $rcp_{95}$  são Ipiranga (código 87450100), Dom Feliciano (código 87865000), Barra do João Pedro – Montante (código 87317060) e Camaquã I (código 87530000), estações localizadas sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I (ec1), Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III (ec3), Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I (qc1) e Sistema Aquífero Quaternário costeiro II (qc2), respectivamente.

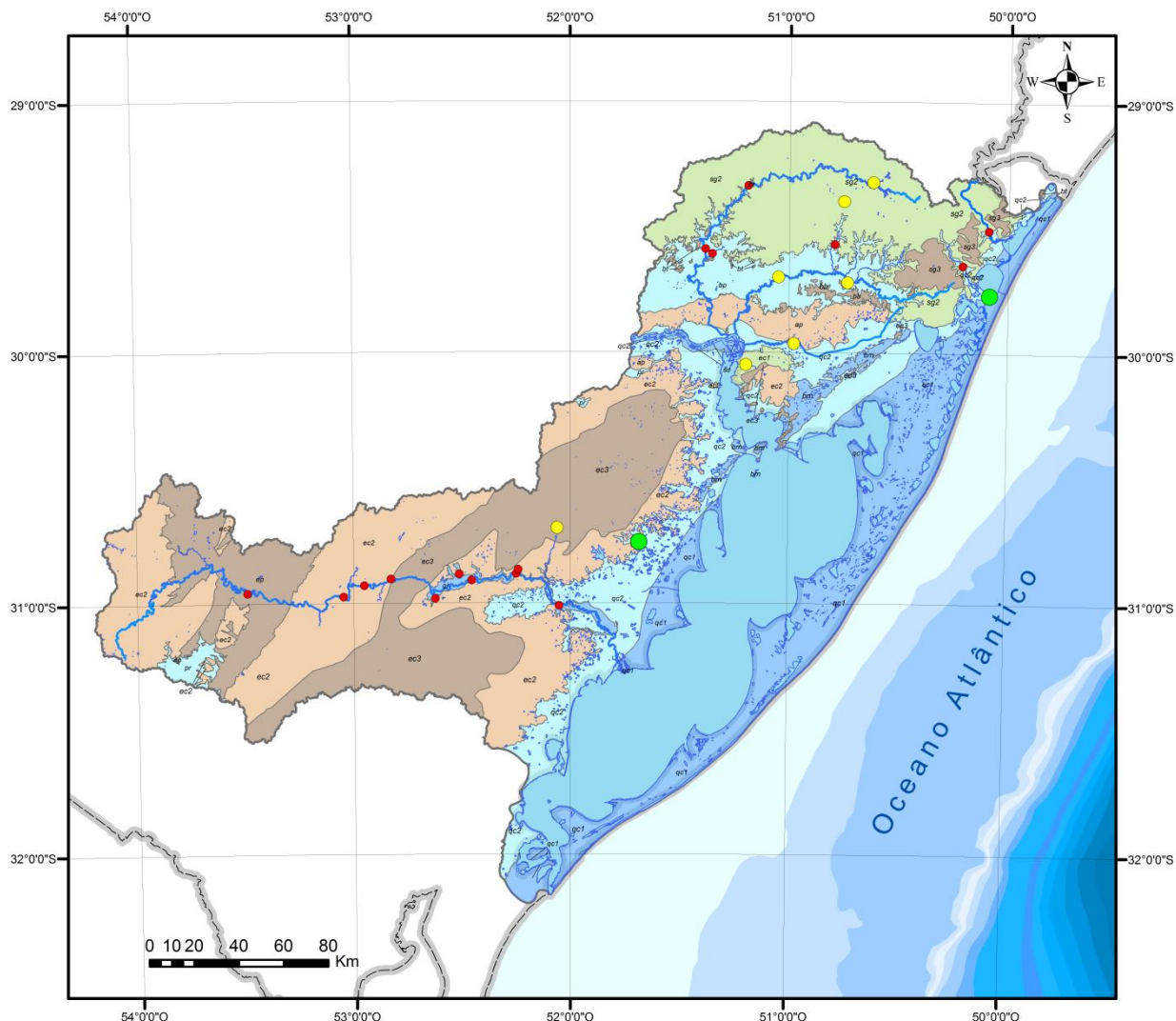
A Figura 7, que mostra a espacialização do Coeficiente de Escoamento Superficial, observa-se que os valores menores deste indicador ocorrem em estações localizadas no trecho intermediário do rio Camaquã, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2) e Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi).

Verificam-se na Figura 7 que os maiores valores do Coeficiente de Escoamento Superficial ocorrem para as três estações da sub-bacia do Litoral Norte (Figura 1), as quais se situam no Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I (qc1) e no Sistema Aquífero Quaternário Costeiro II (qc2). As outras estações com valores elevados, Ipiranga, Dom Feliciano e Passo das Carretas, localizam-se respectivamente nos Sistemas Aquíferos Embasamento Cristalino I, II e III (ec1, ec2 e ec3).

A Figura 8, que mostra a espacialização da Vazão Específica da  $Q_{mlt}$ , nota-se que valores de  $Q_{mltesp}$  menores que  $12,17 \text{ l.s}^{-1} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$  ocorrem para várias estações localizadas na sub-bacia do rio Camaquã, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2).

Nas estações observadas na Figura 8, que apresentem valores mais elevados da  $Q_{mltesp}$  localizam-se nas sub-bacias do rio Camaquã, dos rios Caí e Sinos, Guaíba e Litoral Norte, e estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I, II e III (ec1, ec2 e

ec3), Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia (bp) e Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I e II (qc1 e qc2).



## Legenda

### POTENCIAL / PROVÍNCIA

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- qc2 Sistema Aquífero Quaternário costeiro II  
Arenas finas inconsolidadas
- pr Sistema Aquífero Palermo/Rio bonito  
Arenitos finos a médios
- bp Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia  
Arenitos médios

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE POR FRATURAS

- ec1 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I  
Granitóides fraturados
- sg2 Sistema Aquífero Serra Geral II  
Rochas vulcânicas

### INDICADORES DA VARIABILIDADE REGIONAL

- rcp<sub>50</sub>
- 0,31 - 0,50
  - 0,50 - 0,64
  - 0,64 - 0,87

PRATICAMENTE IMPRODUTIVOS / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- bb Sistema Aquífero Basalto/Botucatu  
Associação de basaltos e arenitos improdutos
- bt Sistema Aquífero Botucatu  
Arenitos médios
- ep Aquíclides Eo-paleozóicos  
Arenitos finos a médios
- ec3 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III  
Rochas granitóides maciças
- sg3 Sistema Aquífero Serra Geral III  
Rochas vulcânicas

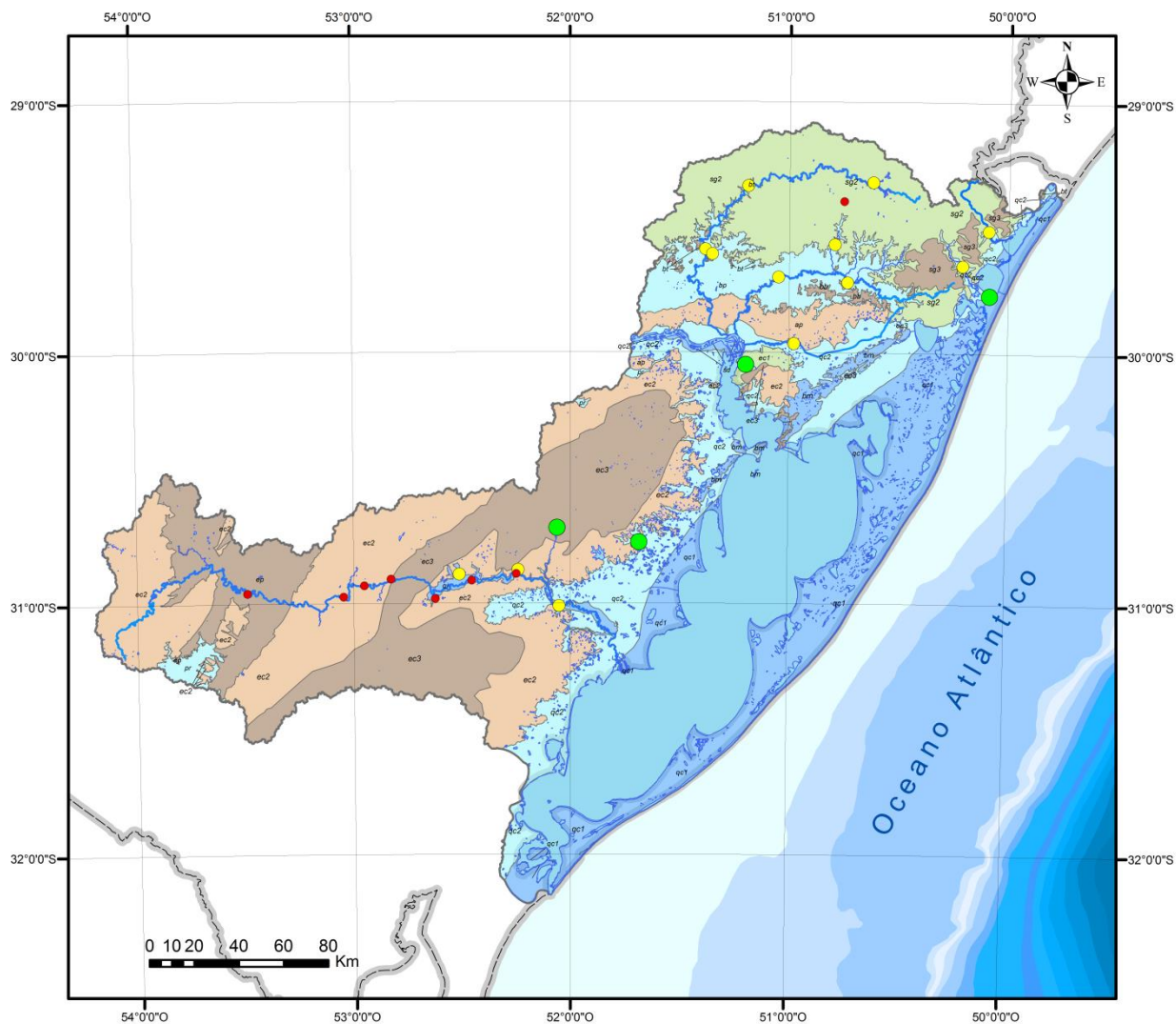
LIMITADOS A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- ap Aquíferos Permianos  
Siltitos argilosos
- ec2 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II  
Rochas granitóides e metamórficas

ALTO A MÉDIO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- bm Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha  
Arenas inconsolidadas
- qc1 Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I  
Arenas inconsolidadas
- sd Sistema Aquífero Sedimentos Deltaicos  
Intercalações de argilas com areias finas a grossas inconsolidadas
- qi Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado  
Arenas grossas e cascalhos inconsolidados

Figura 5 – Distribuição espacial do indicador da variabilidade regional rcp<sub>50</sub>, das estações fluviométricas utilizadas neste estudo.



## Legenda

### POTENCIAL / PROVÍNCIA

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- qc2 Sistema Aquífero Quaternário costeiro II  
Arenias finas inconsolidadas
- pr Sistema Aquífero Palermo/Rio bonito  
Arenitos finos a médios
- bp Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia  
Arenitos médios

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE POR FRATURAS

- ec1 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I  
Granitólitos fraturados
- sg2 Sistema Aquífero Serra Geral II  
Rochas vulcânicas

PRATICAMENTE IMPRODUTIVOS / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- bb Sistema Aquífero Basalto/Botucatu  
Associação de basaltos e arenitos improdutos
- bt Sistema Aquífero Botucatu  
Arenitos médios
- ep Aquicludes Eo-paleozóicos  
Arenitos finos a médios
- ec3 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III  
Rochas granitólitos maciças
- sg3 Sistema Aquífero Serra Geral III  
Rochas vulcânicas

LIMITADOS A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- ap Aquíferos Permianos  
Siltitos argilosos
- ec2 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II  
Rochas granitólitos e metamórficas

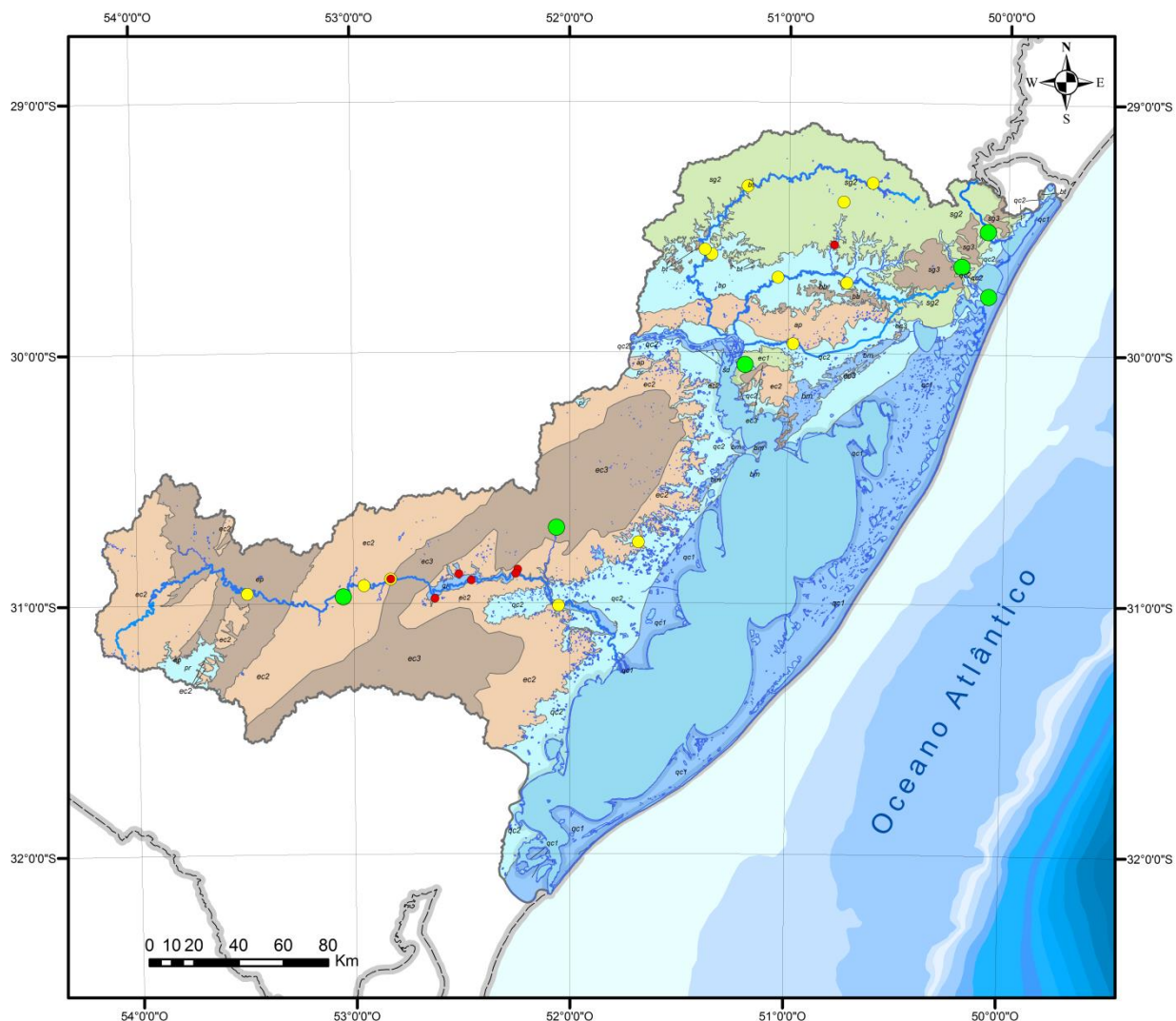
ALTO A MÉDIO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- bm Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha  
Arenias inconsolidadas
- qc1 Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I  
Arenias inconsolidadas
- sd Sistema Aquífero Sedimentos Deltaicos  
Intercalações de argilas com areias finas a grossas inconsolidadas
- qi Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado  
Arenias grossas e cascalhos inconsolidados

### INDICADORES DA VARIABILIDADE REGIONAL

- rcp<sub>95</sub>
- 0,008 - 0,061
  - 0,061 - 0,155
  - 0,155 - 0,356

Figura 6 – Distribuição espacial do indicador da variabilidade regional rcp<sub>95</sub>, das estações fluviométricas utilizadas neste estudo.



## Legenda

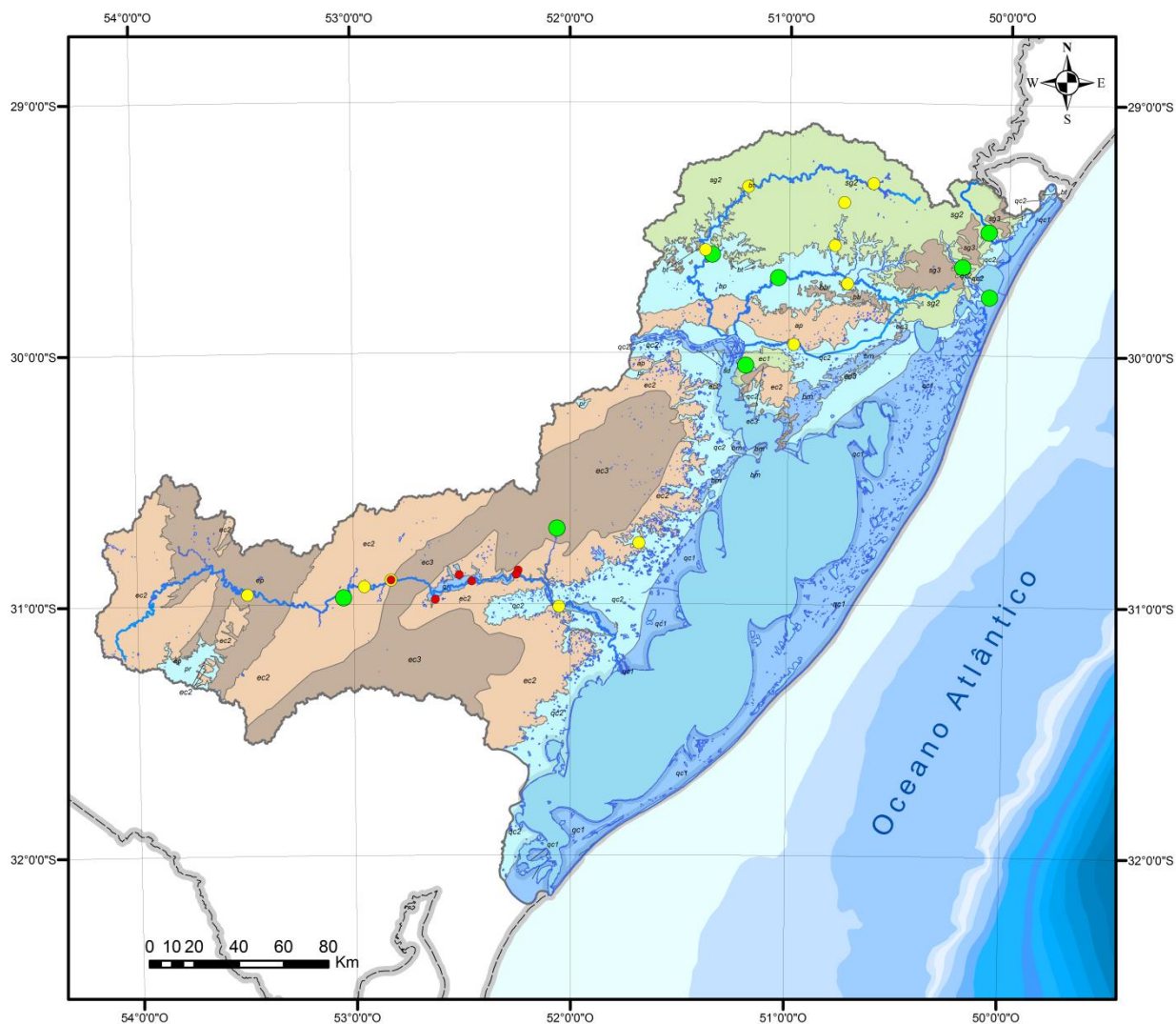
### POTENCIAL / PROVÍNCIA

<p><b>MÉDIO A BAIXO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">qc2</span> Sistema Aquífero Quaternário costeiro II Arenias finas inconsolidadas</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">pr</span> Sistema Aquífero Palermo/Rio bonito Arenitos finos a médios</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">bp</span> Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia Arenitos médios</li> </ul>	<p><b>PRATICAMENTE IMPRODUTIVOS / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">bb</span> Sistema Aquífero Basalto/Botucatu Associação de basaltos e arenitos improdutos</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">bt</span> Sistema Aquífero Botucatu Arenitos médios</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ep</span> Aquíclides Eo-paleozóicos Arenitos finos a médios</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ec3</span> Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III Rochas granitóides maciças</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">sg3</span> Sistema Aquífero Serra Geral III Rochas vulcânicas</li> </ul>	<p><b>LIMITADOS A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ap</span> Aquíardos Permianos Siltitos argilosos</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ec2</span> Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II Rochas granitóides e metamórficas</li> </ul>
<p><b>MÉDIO A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE POR FRATURAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ec1</span> Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I Granitóides fraturados</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">sg2</span> Sistema Aquífero Serra Geral II Rochas vulcânicas</li> </ul>	<p><b>ALTO A MÉDIO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">bm</span> Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha Arenias inconsolidadas</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">qc1</span> Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I Arenias inconsolidadas</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">sd</span> Sistema Aquífero Sedimentos Deltaicos Intercalações de argilas com arenias finas a grossas inconsolidadas</li> <li><span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">qi</span> Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado Arenias grossas e cascalhos inconsolidados</li> </ul>	

### INDICADORES DA VARIABILIDADE REGIONAL

$C_{escoamento}$	
●	0,13 - 0,30
●	0,30 - 0,47
●	0,47 - 0,61

Figura 7 – Distribuição espacial do indicador da variabilidade regional coeficiente de escoamento superficial, das estações fluviométricas utilizadas neste estudo.



## Legenda

### POTENCIAL / PROVÍNCIA

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- qc2 Sistema Aquífero Quaternário costeiro II  
Arenias finas inconsolidadas
- pr Sistema Aquífero Palermo/Rio bonito  
Arenitos finos a médios
- bp Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia  
Arenitos médios

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE POR FRATURAS

- ec1 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I  
Granitóides fraturados
- sg2 Sistema Aquífero Serra Geral II  
Rochas vulcânicas

PRATICAMENTE IMPRODUTIVOS / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- bb Sistema Aquífero Basalto/Botucatu  
Associação de basaltos e arenitos improdutivo
- bt Sistema Aquífero Botucatu  
Arenitos médios
- ep Aquíclides Eo-paleozóicos  
Arenitos finos a médios
- ec3 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III  
Rochas granitóides maciças
- sg3 Sistema Aquífero Serra Geral III  
Rochas vulcânicas

LIMITADOS A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- ap Aquíclides Permianos  
Siltitos argilosos
- ec2 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II  
Rochas granitóides e metamórficas

ALTO A MÉDIO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- bm Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha  
Arenias inconsolidadas
- qc1 Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I  
Arenias inconsolidadas
- sd Sistema Aquífero Sedimentos Deltaicos  
Intercalações de argilas com arenias finas a grossas inconsolidadas
- qi Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado  
Arenias grossas e cascalhos inconsolidados

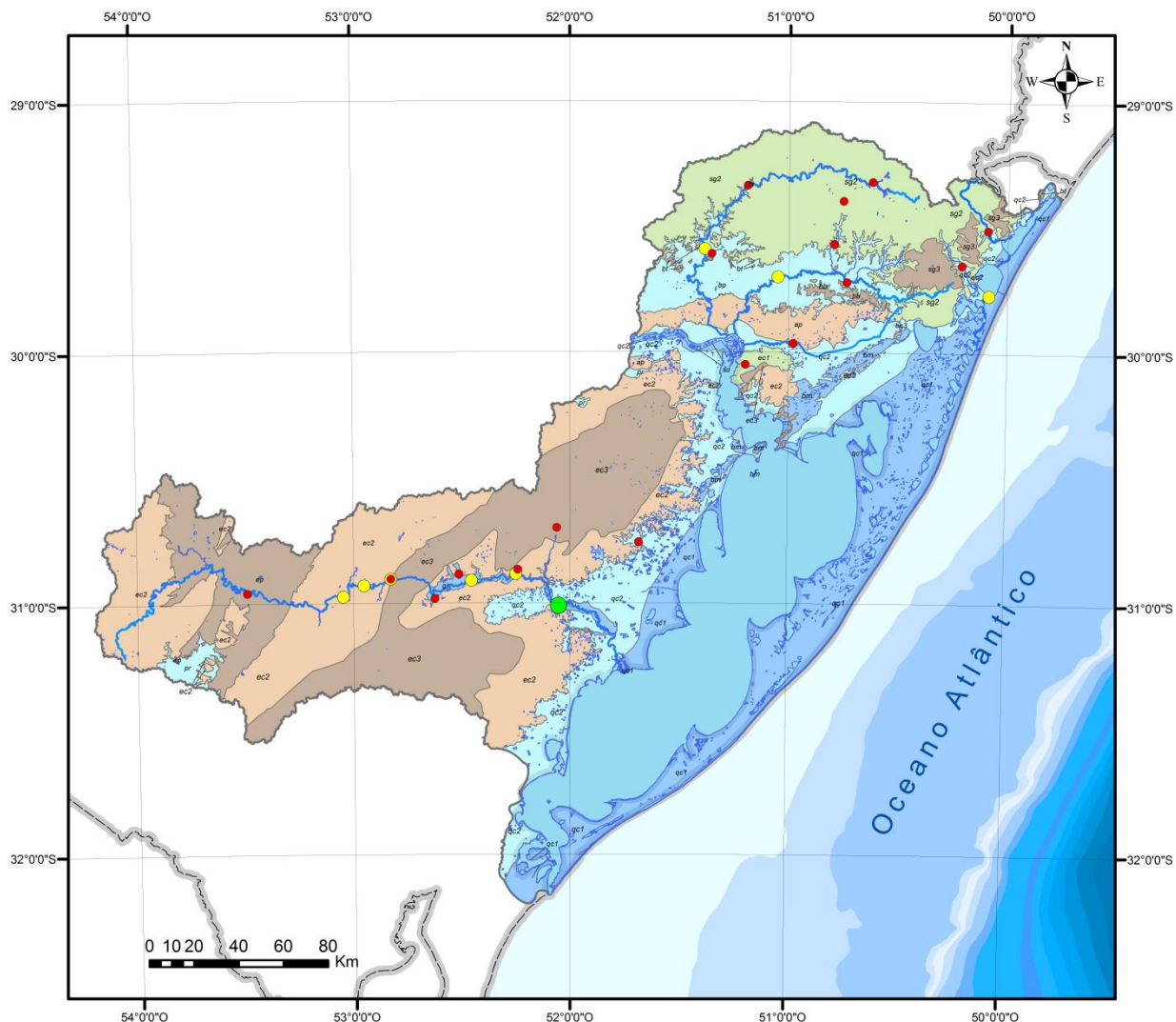
### INDICADORES DA VARIABILIDADE REGIONAL

- Q<sub>mit esp</sub>
- 6,86 - 12,17
- 12,17 - 22,43
- 22,43 - 30,81

Figura 8 – Distribuição espacial do indicador da variabilidade regional das vazões médias específicas de longo período, das estações fluviométricas utilizadas neste estudo.

A Figura 9 mostra a espacialização da Vazão Específica da  $Q_{95}$ . Verifica-se que valores de  $Q_{95\text{esp}}$  menores que  $2,66 \text{ l.s}^{-1} \cdot (\text{km}^2)^{-1}$  ocorrem para várias estações localizadas em todas as sub-bacias, sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I, II e III (ec1, ec2 e ec3), Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi), Sistema Aquífero Quaternário

Costeiro II (qc2), Sistema Aquífero Serra Geral II (sg2), Aquíferos Permianos (ap) e Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia (bp).



## Legenda

### POTENCIAL / PROVÍNCIA

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- qc2 Sistema Aquífero Quaternário costeiro II  
Arenias finas inconsolidadas
- pr Sistema Aquífero Palermo/Rio bonito  
Arenitos finos a médios
- bp Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia  
Arenitos médios

MÉDIO A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE POR FRATURAS

- ec1 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I  
Granitóides fraturados
- sg2 Sistema Aquífero Serra Geral II  
Rochas vulcânicas

PRATICAMENTE IMPRODUTIVOS / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- bb Sistema Aquífero Basalto/Botucatu  
Associação de basaltos e arenitos improdutos
- bt Sistema Aquífero Botucatu  
Arenitos médios
- ep Aquíclues Eo-paleozóicos  
Arenitos finos a médios
- ec3 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III  
Rochas granitóides maciças
- sg3 Sistema Aquífero Serra Geral III  
Rochas vulcânicas

LIMITADOS A BAIXO / ROCHAS COM POROSIDADE INTERGRANULAR OU POR FRATURAS

- ap Aquíferos Permianos  
Siltitos argilosos
- ec2 Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II  
Rochas granitóides e metamórficas

ALTO A MÉDIO / ROCHAS E SEDIMENTOS COM POROSIDADE INTERGRANULAR

- bm Sistema Aquífero Quaternário Barreira Marinha  
Arenias inconsolidadas
- qc1 Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I  
Arenias inconsolidadas
- sd Sistema Aquífero Sedimentos Deltaicos  
Intercalações de argilas com arenias finas a grossas inconsolidadas
- qi Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado  
Arenias grossas e cascalhos inconsolidados

### INDICADORES DA VARIABILIDADE REGIONAL

- $Q_{95}$  esp
- 0,02 - 2,66
  - 2,66 - 10,74
  - 10,74 - 18,72

Figura 9 – Distribuição espacial do indicador da variabilidade regional das vazões específicas de 95% de permanência, das estações fluviométricas utilizadas neste estudo.

Observa-se na Figura 9, quanto à estação que obteve o valor mais alto de  $Q_{95esp}$ , Passo do Mendonça (código 87905000), esta se localiza no Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2).

#### 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para os indicadores  $CVQ_{mlt}$  e  $CVQ_{95}$  percebeu-se que seus valores mais baixos ocorrem no trecho médio do rio Camaquã, assim como em várias outras sub-bacias, em estações que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2) no Camaquã, e nas sub-bacias do Caí, Sinos e Lagoa dos Patos, sobre as formações Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia (bp) e Sistema Aquífero Quaternário Costeiro II (qc2), entre várias outras no que concerne a  $CVQ_{95}$ . Quanto aos valores mais elevados, eles ocorrem para ambos os indicadores na cabeceira do rio Camaquã, além de outras estações na sub-bacia, que estão sobre as formações hidrogeológicas Aquicludes Eo-paleozóicos (ep) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2), sendo que para o  $CVQ_{mlt}$  também há uma estação que está sobre a formação hidrogeológica Sistema Aquífero Serra Geral II (sg2).

Para os indicadores  $rcp_{50}$  e  $rcp_{95}$  percebeu-se que seus valores mais baixos ocorrem para várias estações localizadas ao longo do rio Camaquã, que estão sobre as formações hidrogeológicas hidrogeológicas Aquicludes Eo-paleozoicos (ep), Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2), Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III (ec3) e Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi), e no caso da  $rcp_{50}$  também para estações localizadas ao norte da sub-bacia 87, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia (bp) e Sistema Aquífero Quaternário Costeiro II (qc2). Quanto aos valores mais elevados, para a  $rcp_{50}$  estes ocorrem em estações nas sub-bacias da Lagoa dos Patos e do Litoral Norte, sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário costeiro I (qc1) e Sistema Aquífero Quaternário costeiro II (qc2), respectivamente. Para a  $rcp_{95}$ , os maiores valores estão em estações localizadas em quatro sub-bacias distintas, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I (ec1), Sistema Aquífero Embasamento Cristalino III (ec3), Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I (qc1) e Sistema Aquífero Quaternário costeiro II (qc2).

Para o indicador Coeficiente de Escoamento, observa-se que os menores valores ocorrem em estações ao longo do rio Camaquã, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2) e Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi), enquanto que os maiores valores ocorrem para todas as estações da sub-bacia do Litoral Norte, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I (qc1) e no Sistema Aquífero Quaternário Costeiro II (qc2), além de estações em outras sub-bacias que estão sobre as formações Sistemas Aquíferos Embasamento Cristalino I, II e II (ec1, ec2 e ec3).



Para os indicadores  $Q_{mltesp}$  e  $Q_{95esp}$ , nota-se que os valores menores de  $Q_{mltesp}$  ocorrem para várias estações na sub-bacia do rio Camaquã, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Quaternário Indiferenciado (qi) e Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2), enquanto que para a  $Q_{95esp}$  também há estações em várias outras sub-bacias, abrangendo variadas formações hidrogeológicas. Para os maiores valores destes indicadores, para a  $Q_{mltesp}$  estes ocorrem em várias estações, que estão sobre as formações hidrogeológicas Sistema Aquífero Embasamento Cristalino I, II e III (ec1, ec2 e ec3), Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia (bp) e Sistema Aquífero Quaternário Costeiro I e II (qc1 e qc2), enquanto que para a  $Q_{95esp}$  o maior valor ocorre para a estação mais a jusante do rio Camaquã, que localiza-se no Sistema Aquífero Embasamento Cristalino II (ec2).

## 5 - AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais / Serviço Geológico do Brasil (CPRM/SGB) pelo fomento que viabilizou o desenvolvimento deste trabalho.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Hidroweb. Sistema de informações hidrológicas**. 2013. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 11 nov. 2013.

CECÍLIO, R. A.; MARTINEZ, M. A.; PRUSKI, F.F; SILVA, D. D. da. Modelo para estimativa da infiltração de água e perfil de umidade do solo **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 411-421, fev. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832013000200012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832013000200012&script=sci_arttext)>. Acesso em: 31 mar 2014.

CHEVALLIER, P. Aquisição e Processamento de Dados. In: TUCCI, C.E.M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3 ed. ABRH. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2009.

KARMANN I. Ciclo da Água, Água subterrânea e sua ação geológica. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FARCHILD, T.R.; TAIOLI, F. (eds.) **Decifrando a Terra**. São Paulo, 2000. p. 113 –138.

KÖPPEN, W. Das geographischa System der Klimate. In: KÖPPEN, W.; GEIGER, G. Handbuch der Klimatologie. **C. Gebr, Borntraeger**, Berlin, 1936. p. 1–44. Disponível em: <[https://www.climond.org/Public/Data/Publications/Koepfen\\_1936\\_GeogSysKlim.pdf](https://www.climond.org/Public/Data/Publications/Koepfen_1936_GeogSysKlim.pdf)>. Acesso em: 03 abr. 2014.

MACHADO, J. L. F.; FREITAS, M. A. de. **Projeto Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul: relatório final.** Porto Alegre: CPRM, 2005. 1 CD-ROM Escala 1:750.000. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/media/relatoriohidrogeoRS.pdf>>. Acesso em: 18 jul. 2014.

MANZIONE, R. L.; MARCUZZO, F. F. N.; WENDLAND, E. C. **Funções de impulso e resposta aplicadas à modelagem de níveis freáticos em área de recarga do Sistema Aquífero Guarani.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18. 2009, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ABRH, 2009. v. 1. p. 1-12. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/7f39299b4fb59bf84b6a99ce21e30e62\\_c49fc2702fce7aaeb1d6c4d163e0055a.pdf](http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/7f39299b4fb59bf84b6a99ce21e30e62_c49fc2702fce7aaeb1d6c4d163e0055a.pdf)>

MANZIONE, R. L.; MARCUZZO, F. F. N.; WENDLAND, E. C. Integração de modelos espaciais e temporais para predições de níveis freáticos extremos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 9, p. 1368-1375, set. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v47n9/22.pdf>>. Acesso em: 31 mar. 2014.

MANZIONE, R. L.; MARCUZZO, F. F. N.; WENDLAND, E. C. **Modelagem de níveis freáticos em área de recarga do Sistema Aquífero Guarani sob diferentes usos do solo.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 16. 2010, São Luis: **Anais...** São Luis: ABRH, 2010. v. 1. p. 1-14. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento\\_PAP004214.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/evento_PAP004214.pdf)>. Acesso em 08 abr. 2014.

NAGHETTINI, M.; PINTO, E. J. A. **Hidrologia Estatística.** Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552p.

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. (2007), Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrol. Earth System Science.**, v. 11, p. 1633-1644, 2007. Disponível em: <<http://people.eng.unimelb.edu.au/mpeel/koppen.html>>. Acesso em: 6 mai. 2013.

PICKBRENNER, K.; MARCUZZO, F. F. N. **Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras: estudo da vazão de 85, 90 e 95% de permanência da sub-bacia 87 – Bacias da Lagoa dos Patos, do Lago Guaíba, do Litoral Médio, dos rios Camaquã, Caí, Gravataí, Jacuí, Sinos e Tramandaí.** Porto Alegre: CPRM, 2014. 1 DVD. Projeto Disponibilidade Hídrica do Brasil - Estudos de Regionalização nas Bacias Hidrográficas Brasileiras. Levantamento da Geodiversidade.

PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; SALGUEIRO, J. P. de B.; PICKBRENNER, K. (Coords.). **Atlas pluviométrico do Brasil: isoietas mensais, isoietas trimestrais, isoietas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos.** Brasília: CPRM, 2011. 1 DVD. Escala 1.5:000.000. Equipe Executora:

Adriana Burin Weschenfelder; André Luis M. Real dos Santos; Andressa Macêdo Silva de Azambuja; Carlos Eduardo de Oliveira Dantas; Denise Christina de Rezende Melo; Érica Cristina Machado; Francisco Fernando Noronha Marcuzzo; Jean Ricardo da Silva do Nascimento; José Alexandre Moreira Farias; Margarida Regueira da Costa; Paulo de Tarso R. Rodrigues; Vanesca Sartorelli Medeiros; Sistema de Informação Geográfica-SIG - versão 2.0 - atualizada em novembro/2011; Programa Geologia do Brasil; Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/Isoietas Totais Anuais 1977 2006.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/Isoietas_Totais_Anuais_1977_2006.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria do Meio Ambiente. Resolução CRH nº 141, de 21 de março de 2014. Institui o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul - PERH/RS. Porto Alegre, 14 p, 2014.

SANTOS, P. T. da S.; SANTOS, S. M. dos.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; COUTINHO, A.P.; MOURA, G.S.S. de.; ANTONINO, A.C.D. Telhado verde: desempenho do sistema construtivo na redução do escoamento superficial. **Ambiente Construído**, 2013, 13(1), p. 161-174. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212013000100011&lng=en&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000100011&lng=en&tlng=pt)>. 10.1590/S1678-86212013000100011>. Acesso em: 31 mar. 2014

SILVEIRA, A.L.L. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: TUCCI, C.E.M. (org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3 ed. ABRH. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2009.

SIMON, F. W.; PICKBRENNER, K.; MARCUZZO, F. F. N. Estudo do regime pluvial e fluvial em bacia hidrográfica com precipitação homogênea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20. 2013, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: ABRH, 2013. p. 1-8. CD-ROM. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/22de4a642c2c18259e4809409096e0ff\\_6f2356d4ea7d3fcaba0d55bad04e4bea4.pdf](http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/22de4a642c2c18259e4809409096e0ff_6f2356d4ea7d3fcaba0d55bad04e4bea4.pdf)>. Acesso em: 30 dez. 2013.

SIVALAPAN, M. Pattern, Process and Function: elements of a unified theory of hydrology at the catchment scale. In: ANDERSON, M.G (Editor). **Encyclopedia of Hydrological Sciences**. Ed. John Wiley & Sons Ltda, 2005. p. 193-219.

TSCHIEDEL, A. da F.; PICKBRENNER, K.; MARCUZZO, F. F. N. Análise hidromorfológica da sub-bacia 87. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 11. 2012, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB: ABRH, 2012. p. 1-20. CD-ROM. Disponível em:

<[http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento\\_Analise\\_Marcuzzo.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_Analise_Marcuzzo.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2013.

TUCCI, C. E. M. **Regionalização de vazões**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 256 p.

TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3 ed. ABRH. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2009.

VIRÃES, M. V. **Regionalização de Vazões nas Bacias Hidrográficas Brasileiras**: estudo da vazão de 95% de permanência da sub-bacia 50 – Bacias dos rios Itapicuru, Vaza Barris, Real, Inhambupe, Pojuca, Sergipe, Japarutuba, Subaúma e Jacuípe. Recife: CPRM, 2013. 1 DVD. Projeto Disponibilidade Hídrica do Brasil - Estudos de Regionalização nas Bacias Hidrográficas Brasileiras. Levantamento da Geodiversidade. Disponível em: <[http://www.cprm.gov.br/rehi/regionalizacao/sub\\_bacia\\_50/relatorio\\_sub\\_bacia50.pdf](http://www.cprm.gov.br/rehi/regionalizacao/sub_bacia_50/relatorio_sub_bacia50.pdf)>. Acesso em 2 fev. 2014.