

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

MARIA EDUARDA ROSSO DAGOSTIN

**ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA DO RIO MÃE LUZIA PELO
MÉTODO DE REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES**

CRICIÚMA

2019

MARIA EDUARDA ROSSO DAGOSTIN

**ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA DO RIO MÃE LUZIA PELO
MÉTODO DE REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado para obtenção do grau de
bacharel no curso de Engenharia Ambiental
e Sanitária da Universidade do Extremo Sul
Catarinense - UNESC. Orientador: Prof.
Msc. Sergio Luciano Galatto

CRICIÚMA

2019

MARIA EDUARDA ROSSO DAGOSTIN

**ESTUDO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA BACIA DO RIO MÃE LUZIA PELO
MÉTODO DE REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do grau de bacharel no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC. A linha de pesquisa em que se insere o presente trabalho é Gerenciamento e Planejamento Ambiental.

Criciúma, novembro de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Sergio Luciano Galatto – Mestre – (UNESC) – Orientador

Prof. ^a Cristina Moreira Lalau – Mestre – (UNESC)

Prof. Gustavo José Deibler Zambrano – Mestre – (UNESC)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que me deu forças, à minha mãe que me obrigou a terminar esse trabalho, meu pai por me dar suporte para poder cursar a faculdade, minha filha Alice de onde veio meu motivo para querer concluir o curso, ao meu namorado que cuidava com todo amor da Alice para que eu pudesse sair e realizar as orientações com o professor e finalizar assuntos pendentes referente ao TCC e estágio, por fim, mas não menos importante, agradeço ao meu irmão que me acordava quase todas as manhãs para pegarmos o ônibus da faculdade e nessa fase final pegava os livros para mim, entregava meu documentos na coordenação e nem ficava bravo quando pegava o computador para fazer o TCC.

Durante toda a faculdade agradeço aos meus amigos, àqueles que se afastaram com o tempo, àqueles que permaneceram desde o início e àqueles criamos laços já na metade do curso mas que permanecem até hoje, em especial à Daniela Córdova Gomes, minha fiel e amável amiga com quem aprendi muito sobre companheirismo, ao Cristian Douglas Cipriano, quem trazia o humor para o grupo pelas manhãs e à Beatriz Valgas uma pessoa com quem se tem abertura para conversar do que quiser. Eles me trouxeram estímulo e deixaram a faculdade um pouco mais divertida.

Agradeço a coordenação do curso que lidaram com a minha conclusão do curso com muita empatia, ao meu professor orientador que muito pacientemente me orientou e não desistiu de mim.

“Água, fonte da vida.”

Leonardo Mendes Cardoso

RESUMO

A gestão sustentável dos recursos hídricos tem implicado na elaboração de leis e regulamentos, a nível nacional e internacional, que implicam em melhor gerenciar a utilização da água. A aplicação dessas leis fundamenta-se em critérios e parâmetros estabelecidos pela ciência da hidrologia, em especial a avaliação da disponibilidade hídrica de bacia hidrográfica. Este trabalho objetiva avaliar a disponibilidade hídrica na bacia do rio Mãe Luzia por meio da regionalização de vazão por abordagem anual e sazonal. Como objetivos específicos têm-se: caracterização morfométrica das sub-bacias de drenagem; determinação de funções hidrológicas para estabelecimento da disponibilidade hídrica, e estabelecimento de curva de permanência de vazão. A área de estudo é localizada no extremo sul catarinense e engloba partes dos municípios de Treviso, Siderópolis, Criciúma, Nova Veneza, Maracajá, Meleiro e Forquilha. Através do ArcGIS®, *software* para Sistemas de Informações Geográficas, a bacia do rio Mãe Luzia foi delimitada em cinco regiões hidrologicamente homogêneas (sub-bacias) para determinação da caracterização morfométrica. Dados de chuva foram utilizados de cinco estações para determinação das variáveis hidrológicas: vazão média de longo termo, vazão média mensal, vazão específica, vazão mínima mensal (com base na $Q_{7;10}$) e a curva de permanência. Com base nos índices primários extraídos a partir do mapa georreferenciado, referente à morfometria da área, as sub-bacias apresentaram aspectos hidrológicos semelhantes. Através dos dados gerados de Q_{7-10} e Q_{90} , é possível dizer que a sub-bacia do rio Cedro possui 1258 L.s^{-1} disponíveis para diferentes tipos de uso, assim como a sub-bacia do rio São Bento com 911 L.s^{-1} , Mãe Luzia (Montante) 1886 L.s^{-1} , Mãe Luzia (Jusante) 494 L.s^{-1} e Sangão 829 L.s^{-1} . A partir de dados fluviométricos da estação Serrinha (sub-bacia rio São Bento) e da estação Forquilha (rio Mãe Luzia), foi possível determinar a Q_m ($4,24 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ e $15,98 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), respectivamente. A determinação da disponibilidade hídrica se faz um importante estudo para diversas tomadas de decisões, podendo ser na definição da vazão de outorga para usos consultivos (industrial, irrigação, etc.), no estudo de zoneamento de uso do solo, ou até mesmo para estudos referentes ao consumo humano e animal, sendo estes dois últimos de extrema preponderância, pois se tornam os únicos usos permitidos em caso de escassez da água.

Palavras-chave: Hidrologia; bacia hidrográfica; vazão; chuva.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

BHRA – Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá

CEURH – Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos

CPV – Curva de Permanência de Vazões

DNOS – Departamento Nacional de Obras de Saneamento

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

SDE – Secretaria de Desenvolvimento Econômico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	11
2.2 HIDROLOGIA	12
2.2.1 Bacias hidrográficas	12
2.2.2 Precipitação pluviométrica	13
2.2.3 Disponibilidade hídrica	14
2.2.4 Regionalização de vazões	14
2.3 USOS DA ÁGUA.....	16
2.4 OUTORGA DE USO E DIREITO DA ÁGUA	19
3. METODOLOGIA	22
3.1 ÁREA DE ESTUDO	22
3.2 MORFOMETRIA.....	24
3.3 REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES.....	27
3.3.1 Vazões médias.....	27
3.3.2 Vazões específicas	28
3.3.3 Curva de permanência de vazão.....	29
3.3.4 Vazão mínima	29
3.4 REGIME HIDROLÓGICO	30
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	32
4.1 ÍNDICES FÍSICOS	32
4.2 FUNÇÕES HIDROLÓGICAS	37
4.2.1 Vazões Médias.....	37
4.2.2 Curva de permanência de vazão.....	40
4.2.3 Vazões Mínimas.....	43
4.3 ANÁLISE DA VAZÃO MÉDIA DE ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS.....	44
4.3.1 Vazão média de longo termo	44
5. CONCLUSÃO	47

1. INTRODUÇÃO

As preocupações da sociedade com problemas ligados ao uso e manejo das águas levaram a debates e inovações nas últimas décadas. Expressões como gestão de águas, gerenciamento de recursos hídricos e uso racional das águas passaram a fazer parte do cotidiano das pessoas (CAMPOS; STUDART, 2001). Apesar das diferenças de entendimento, há algo novo nascendo na sociedade, que é a aceitação de que devemos mudar o modo de tratar os recursos hídricos, conservando para o uso atual e das futuras gerações.

No Brasil, a água é utilizada principalmente para abastecimento público, irrigação, uso industrial, geração de energia, entre outros. Cada uso tem particularidades ligadas à quantidade ou à qualidade da água, e altera as condições naturais das águas superficiais e subterrâneas (ANA, 2019). Sendo indispensável para a sobrevivência, a água é o recurso natural mais importante para o homem. Sua utilização está cada vez maior e isso tem resultado em diferentes conflitos de uso e problemas como a carência e a degradação de sua qualidade.

Mesmo que a preocupação com o aspecto qualitativo seja relativamente recente, a disponibilidade hídrica vem desde o início da civilização, tendo em vista que o homem geralmente pretendia viver o mais próximo de rios para poder atender às suas necessidades básicas, como a dessedentação, alimentação e higiene (BRANCO, 2006, p. 04). Com a demanda crescente da população, observou-se a necessidade de avaliar a quantidade de água disponível, assim, apareceram os primeiros estudos de seleção de local para implantação de sistemas de abastecimento de água, levando em consideração a demanda atual e futura (BRANCO, 2006).

Estima-se que Santa Catarina apresenta uma vazão média de longo termo de $2.610 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Desse total, 48% é produzida nas regiões hidrográficas que drenam a bacia do Rio Uruguai, 42% produzida nas regiões hidrográficas na Região do Trecho Atlântico Sul e os 10% restantes na região que drena para a bacia do Rio Iguaçu (PERHSC, 2017).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) através da Lei n. 9.433/1997 institui o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e visa proporcionar meios para que a água seja usada de forma racional e justa. A PNRH instalou os comitês de bacias hidrográficas que une poderes públicos nas três

instâncias, usuários e sociedade civil na gestão de recursos hídricos e condicionou a identificação de conflitos pelo uso das águas, por meio dos planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas, e a arbitragem de conflitos no âmbito administrativo (ANA, 2018).

Rebouças (2008) enfatiza em seus estudos que o Brasil possui mais do que o suficiente de água nos rios em qualquer das suas regiões geográficas, basta terem um uso eficiente que supra as necessidades humanas básicas sem destruir a qualidade da água, e assim garantir o crescimento econômico e social com proteção ambiental.

Considerando estes aspectos, este trabalho busca avaliar a disponibilidade hídrica na bacia do rio Mãe Luzia, unidade de gestão da bacia Hidrográfica do Rio Araranguá (BHRA) utilizando a regionalização de vazões por abordagem anual e sazonal. Como objetivos específicos têm-se: i) caracterização morfométrica das bacias de drenagem que compõem a bacia do rio Mãe Luzia; ii) determinação de funções hidrológicas para estimativa da disponibilidade hídrica; iii) estabelecimento de curva de permanência de vazão. Estes dados poderão contribuir para subsidiar ações de planejamento e gestão dos recursos hídricos nesta bacia hidrográfica, alinhadas às grandes demandas de uso consultivo apontadas pelos diferentes usuários de água, como o cultivo de arroz irrigado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Em 1997, foi criada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) através da Lei n. 9.433, que institui o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, na qual visa proporcionar meios para que a água seja usada de forma racional e justa.

A PNRH tem como objetivo assegurar a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados assim como a utilização racional com vistas ao desenvolvimento sustentável, tendo como diretrizes de ações (BRASIL, 1997):

- Articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.
- Gestão sistemática dos recursos hídricos, com vistas aos aspectos de quantidade e qualidade.
- Integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.
- A adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diferentes regiões do País.
- A articulação do planejamento de recursos hídricos com os setores usuários e com os planejamentos a nível regional, estadual e nacional.
- Integração da gestão das bacias hidrográficas com os sistemas estuarinos e zonas costeiras.

Sendo um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, os Planos de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (PGRH) são elaborados por Bacia Hidrográfica, por Estado e para o País, visando fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional e o gerenciamento de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Nos Planos, os programas e projetos devem conter assuntos mínimos como, por exemplo: i) balanço entre disponibilidades e demandas; ii) metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade; iii) prioridades para outorga de direitos de uso assim como diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso do recurso; entre outros (BRASIL, 1997).

2.2 HIDROLOGIA

“Hidrologia é a ciência que trata da água na Terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades físicas e químicas, e sua reação com o meio ambiente, incluindo sua relação com as formas vivas” (TUCCI, 1997). De acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas), anteriormente o planejamento de ocupação nas bacias era mínimo, levando em consideração apenas o menor custo de implantação e o máximo aproveitamento para os usuários. Dessa forma, o crescimento populacional e a exploração da água causaram grandes impactos e degradação dos recursos naturais além de conflitos aos diferentes usuários de água.

Em meio a esse cenário, a ciência da hidrologia se tornou uma área estratégica ao desenvolvimento de regiões hidrográficas, onde os métodos quantitativos têm sido utilizados por metodologias matemáticas e estatísticas, aprimorando de um lado os resultados e do outro explorando melhor as informações existentes (TUCCI, 1997).

2.2.1 Bacias hidrográficas

O termo bacia hidrográfica pode ser descrito por diversos autores em sua maioria possuem elevada semelhança. Guerra e Cunha (1995) descrevem como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos em uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial. O limite de uma bacia é conhecido como divisor de águas.

“As características climáticas e da superfície das bacias, como tipo de solo e vegetação, uso do solo, declividade e altitude, interferem no ciclo hidrológico, para isso, são necessários modelos matemáticos que estudam o escoamento superficial, a qualidade da água ou dos sedimentos transportados” (TUCCI, 1997; BACK, 2014).

A bacia hidrográfica é considerada como a unidade territorial mais adequada para gestão integrada dos recursos hídricos. Isso pode ser constatado pelas recomendações inseridas em diversos documentos de nível internacional (BACK, 2014). Para efeito de planejamento, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos, conforme estabelece a Lei Estadual n. 10.949, de 09 de novembro de 1998, ficou instituído no Estado de Santa Catarina, a divisão em 10 Regiões Hidrográficas

atingindo um total de 23 bacias hidrográficas consideradas pelos rios principais (SANTA CATARINA, 1998).

No Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC, 2017), a região hidrográfica RH 10, onde se encontra inserida a Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá (BHRA), apresenta um acentuado déficit hídrico. O PERH/SC aponta que o balanço hídrico quali-quantitativo da referida região hidrográfica apresenta condições péssimas em cenários de curto (2019), médio (2023) e longo prazo (2027).

2.2.1.1 Caracterização morfométrica e fisiográfica

Refere-se à área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográfico sendo um elemento básico para o cálculo das outras características físicas inclusive hidrológicas, pois a vazão média de uma bacia é diretamente proporcional a sua área e contribuição (VILLELA, 1975).

Essa característica influi no tempo que a água leva de seus limites mais distantes para chegar à saída, definido como tempo de concentração. Em geral, bacias mais alongadas tendem a ter maior tempo de concentração, implicando menor intensidade de chuvas máximas e menores picos de vazão (BACK, 2014, p.63).

Os relevos podem ser classificados, qualitativamente, de acordo com a declividade média a qual possui influência direta na velocidade de escoamento superficial (BACK, 2014, p. 97) afetando, portanto o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias (VILLELA, 1975).

2.2.2 Precipitação pluviométrica

A precipitação é entendida como toda água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. A disponibilidade desse fenômeno numa bacia é o fator determinante para quantificar a necessidade de irrigação, abastecimento de água entre outros. Tem como características principais a duração, a distribuição temporal e espacial e o total (TUCCI, 2001). A determinação da intensidade da precipitação pluviométrica é importante para o controle de inundação

e erosão do solo. Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante na ciência da hidrologia (TUCCI, 2001).

2.2.3 Disponibilidade hídrica

Cruz e Tucci (2007), ANA (2013) enfatizam que para o gerenciamento dos recursos hídricos é importante o conhecimento das vazões mínimas dos rios principais e seus afluentes, para aplicação do instrumento de outorga. Assim, duas abordagens têm sido usadas nacionalmente como critério para definição de vazões mínimas de referência: i) vazões mínimas com determinado tempo de recorrência; ii) vazões de curva de permanência.

Para descobrir a disponibilidade hídrica que uma bacia pode oferecer existem vários métodos que trazem as medições das vazões que comportam toda a bacia.

A disponibilidade hídrica máxima de uma bacia é a vazão média, pois essa é a maior vazão que pode ser regularizada. A estimativa da vazão média de uma bacia permite a avaliação dos limites superiores do uso da água de um manancial para as diferentes finalidades. Já com a vazão mínima podem-se obter indicadores de condições de estiagens de um rio, como por exemplo, a vazão mínima com sete dias de duração e 10 anos de tempo de retorno ($Q_{7,10}$), assim como a vazão com 95% de permanência (TUCCI, 2002).

Na ausência de série histórica significativa próxima ao local de interesse, tem se usado algumas técnicas para extrapolação de vazões de referência (ANA, 2013), como regionalização de vazões e vazão específica.

2.2.4 Regionalização de vazões

Os estudos hidrológicos de regionalização têm como objetivo definir relações funcionais que permitam determinar, de forma fácil e precisa, os parâmetros necessários para a caracterização da disponibilidade hídrica natural das bacias hidrográficas (SANTA CATARINA, 2006).

A regionalização de vazões objetiva transferir informações hidrológicas de uma região monitorada para outra que não possua coleta sistemática de dados, mas considerada de comportamento hidrológico semelhante. Além de apresentar uma

forma de distribuir espacialmente a informação pontual oferecida pelas estações de monitoramento, estendendo-a para qualquer ponto ao longo dos cursos d'água da bacia hidrográfica (CPRM, 2016).

A Regionalização de vazões pode ser elaborada para (TUCCI, 2015):

- Funções estatísticas de variáveis hidrológicas: curva de probabilidade de vazões máximas (cheias de T anos), médias ou mínimas; curvas de probabilidade de precipitações máximas entre outras.
- Funções específicas que relacionam variáveis: curva de regularização, curva de infiltração, curva de permanência.
- Parâmetros de modelos hidrológicos: características do hidrograma unitário; parâmetros de outros modelos hidrológicos.

2.2.4.1 Vazão mínima

As vazões mínimas, em alguns casos, se caracterizam pelos menores valores das séries anuais. É associada a uma duração t . A título de exemplo, a vazão mínima de um ano qualquer com duração de 30 dias, indica que é o menor valor do ano da vazão média de 30 dias consecutivos. Na prática, a vazão mínima de um dia tem pouca utilidade, enquanto as durações maiores, como sete ou 30 dias apresentam maior interesse ao usuário, já que a sequência de vazões baixas é a condição mais crítica na utilização da água (TUCCI, 2001, p. 579).

Também denominadas de vazões de estiagem, as vazões mínimas são aquelas que não atendem às necessidades das demandas, mas essa interpretação é muito relativa, pois um curso hídrico em estação de cheia, por exemplo, pode não atender às demandas do mesmo modo (TUCCI, 2002, p.161). Segundo o autor, a vazão mínima pode-se obter indicadores de condições de estiagens de um rio.

As vazões mínimas têm origem no setor de saneamento e é usada como critério em vários estados, como São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, usualmente por meio da vazão mínima ($Q_{7;10}$), em que a estatística de vazão mínima é obtida por meio do ajuste de uma distribuição estatística, como Gumbel, Weibull, por exemplo (ANA, 2013).

2.2.4.2 Curva de permanência de vazão

As curvas de permanência representam as relações entre as vazões médias mensais com as probabilidades ou percentagens dos meses com ocorrências que igualem ou superem este valor de vazão. Desta forma pode-se avaliar estatisticamente a quantidade de meses que a disponibilidade hídrica de um rio supera a uma vazão requerida para diversos usos dos recursos hídricos (SANTA CATARINA, 2006, p. 76). É uma função hidrológica que relaciona a vazão de um rio e a probabilidade de ocorrerem vazões maiores ou iguais ao valor da ordenada. Pode ser estabelecida com base em valores diários, semanais ou mensais (TUCCI, 2001).

A curva de permanência nada mais é que o acúmulo de frequência da série temporal contínua dos valores das vazões. Indica a porcentagem de tempo que um determinado valor de vazão foi igualado ou ultrapassado durante o período de observação. Para determiná-la existem dois procedimentos principais, os quais são: metodologia empírica e ajuste de uma função matemática.

Não se pode dizer que a permanência se refere à probabilidade das vazões em qualquer ano, mas pode ser interpretada como uma “garantia” ou probabilidade de ocorrência das vazões num horizonte de planejamento (CRUZ e TUCCI, 2007).

2.3 USOS DA ÁGUA

A sociedade moderna ampliou consideravelmente a diversidade de usos da água. O quadro tornou-se complexo com o aparecimento de demandas conflitantes. Nas regiões industrializadas, de exploração mineral e de concentração populacional, existe a degradação dos recursos hídricos estabelecendo conflitos com aqueles usuários que demandam condições qualitativas melhores (TUCCI, 2001).

Os diversos setores de utilização dos recursos hídricos assim como o aumento da quantidade demandada têm se intensificado com o desenvolvimento econômico e assim a disputa pela água em várias regiões tem se tornado cada vez mais conflitante.

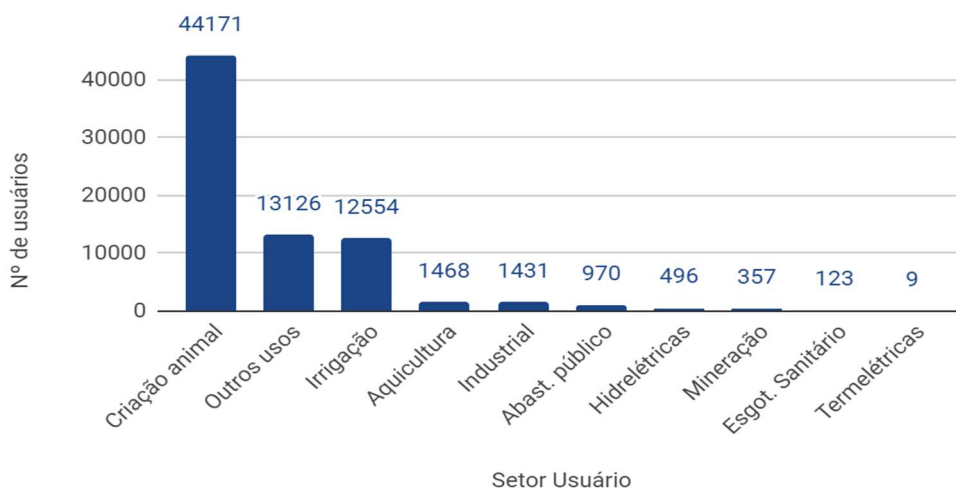
Toda atividade humana que altere as condições naturais das águas é considerada um tipo de uso. Cada tipo de uso pode ser classificado como uso consuntivo ou não consuntivo. Os consuntivos retiram água do manancial, como a irrigação, o uso na indústria e o abastecimento humano. Já os usos não consuntivos não estão relacionados ao consumo direto, como a geração de energia, o lazer, a pesca e a navegação (ANA, 2019).

Em situações de escassez, o uso prioritário da água passa a ser para o consumo humano e o de animais, com exceção desse caso a gestão deve proporcionar o uso múltiplo das águas (ANA, 2019).

Uma grande ferramenta que auxilia nos processos ligados ao gerenciamento das demandas dos recursos hídricos é o cadastro de usuários de água o qual é um instrumento de gestão de recursos hídricos previstos na Lei Federal n. 9.433/97 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e objetiva a identificação do número de usuários, demanda do segmento e distribuição dessas demandas em uma bacia (SDS, 2014).

Entre múltiplos usos, atualmente estão elencados pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (SDE) de Santa Catarina, através do cadastro de usuários para outorga, os principais setores de utilização da água e o número de usuários cadastrados por setor até o período de junho do ano 2017, conforme a Figura 01.

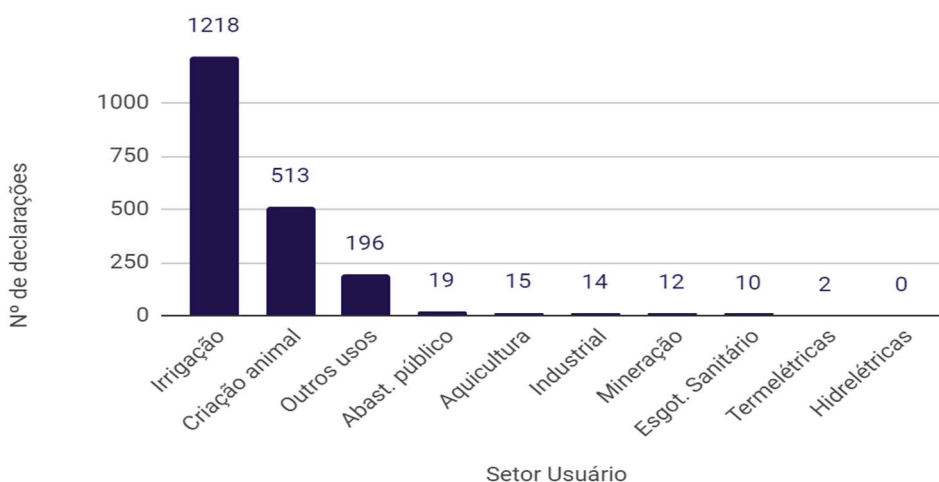
Figura 01 - Distribuição dos cadastros presentes no Sistema CEURH do estado de Santa Catarina.



Fonte: A autora, (2019). Adaptado de SDE, (2014).

Sendo que o setor onde se define “outros usos” está incluso: postos de gasolina, lavanderias, construção de pontes, retificação de cursos de água, entre outros. Já em âmbito regional, ou seja, de acordo com o Plano de Recursos Hídricos para a Bacia do rio Araranguá (PRHBRA), as categorias que se mostram mais frequentes em seu cadastro de usuários são expressas através da Figura 02.

Figura 02 - Distribuição por setor usuário cadastrado na SDE na bacia hidrográfica do rio Araranguá.



Fonte: A autora, 2019. Adaptado de SDS/Profill - Plano de Bacia do rio Araranguá, Relatório Etapa B, atividade B3 - Diagnósticos das Demandas Hídricas, 2014.

Tanto no âmbito estadual como regional as categorias mais requeridas são as de irrigação, criação animal e outros usos. Sendo que, no estado, a maior quantidade de declarações realizadas foi para criação animal conferindo uma margem de aproximadamente 61% das 1999 declarações emitidas, já na bacia do rio Araranguá, o setor de irrigação foi o que teve maior aplicação obtendo valor aproximado de 59% das 74.705 declarações efetuadas (SDS/PROFILL, 2014).

A gestão da água diz respeito ao planejamento, desenvolvimento, distribuição e gerenciamento dos recursos hídricos. Neste aspecto, a PNRH instituída pela Lei n. 9.433/1997 visa proporcionar meios para que a água seja usada de forma racional e justa para a sociedade.

É atribuição da Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos da ANA elaborar e manter atualizado o diagnóstico de oferta e demanda, em quantidade e qualidade, dos recursos hídricos do país. O Brasil é rico em termos de disponibilidade hídrica, mas apresenta uma grande variação espacial e temporal das

vazões. As bacias localizadas em áreas que apresentam uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos passam por situações de escassez e estresse hídrico (ANA, 2005).

Rebouças (2008) aponta ainda que o mercado deva fomentar a inovação de tecnologias que engendram o uso eficiente da água com baixo valor de bens e serviço de tal forma que os custos de sua produção, usos, reciclagem e disposição final dos resíduos líquidos e sólidos atendam às perspectivas do desenvolvimento sustentável.

2.4 OUTORGA DE USO E DIREITO DA ÁGUA

A outorga é o ato administrativo no qual a autoridade outorgante faculta ao outorgado (usuário requerente) o direito de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, por prazo determinado (SDS, 2016).

O direito de uso da água não significa que o usuário seja o proprietário ou que ocorra alienação desse recurso. As diretrizes e os critérios principais para análise de outorgas quanto aos aspectos de qualidade das águas são estabelecidos pelo enquadramento da bacia, definido pelo Comitê de Bacia e aprovado pelo Conselho de Recursos Hídricos (ANA, 2011, p. 17).

Em Santa Catarina, o Decreto n. 4778/2006 regulamenta a outorga de direito de recursos hídricos, de que trata a Lei Estadual n. 9.748/1994. Esta lei define que a responsabilidade em expedir a licença de outorga de direito de uso da água, é única e exclusiva, da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE) (SANTA CATARINA, 2006).

Segundo o Decreto Estadual n. 4.778/2006 que regulamenta a Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina, entende-se como uso da água qualquer utilização, serviço ou obra em recurso hídrico, independentemente de haver ou não retirado água, barramento ou lançamento de efluentes, que alterem seu regime ou suas condições qualitativas ou quantitativas, ou ambas simultaneamente.

No Art. 4 (Decreto 4778/2006), a outorga de direito de uso dos recursos hídricos visa assegurar o controle qualitativo e quantitativo dos usos da água e disciplina o direito de acesso a água, referindo-se implicitamente às presentes e

futuras gerações. Ainda de acordo com o Decreto Estadual n. 4.778/2006, constam a seguir os usos sujeitos a outorga:

- Derivação/Captação de parcela de água existente em um corpo hídrico, para consumo final, inclusive para o abastecimento público, ou insumo de processo produtivo.
- Extração de água de depósito natural subterrâneo para consumo final, inclusive para o abastecimento público, ou insumo de processo.
- Lançamentos em corpos d'água, de esgotos e demais resíduos líquidos e gasosos.
- Usos de recursos hídricos para aproveitamento de potenciais hidrelétricos.
- Extração mineral no leito do rio.
- Outros usos e ações e execução de obras ou serviços necessários à implantação de qualquer intervenção ou empreendimento, que demandem a utilização de recursos hídricos, ou que impliquem em alteração, mesmo que temporária, do regime, da quantidade ou da qualidade da água, superficial ou subterrânea, ou ainda, que modifiquem o leito e margens dos corpos de água.

Usos dispensados da Outorga:

- Usos de caráter individual para satisfação das necessidades básicas da vida.
- Extração de água subterrânea destinada exclusivamente ao consumo familiar e de pequenos grupos populacionais dispersos no meio rural.
- As acumulações, captações, derivações e lançamentos considerados insignificantes, tanto do ponto de vista de volume quanto de carga poluente.

De acordo com o manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos estabelecido pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2013), as solicitações de outorga podem se destinar a usos consuntivos ou não consuntivos da água. As demandas para os usos não

consuntivos correspondem a não retiradas de vazões ou volumes de água do corpo hídrico, exemplo disso são a construção de barramentos. Já os usos consuntivos são aqueles que subtraem uma parcela da disponibilidade hídrica em determinado ponto de captação, por exemplo, o abastecimento de água para usos doméstico, industrial e irrigação (POLETO, 2014).

Em um sistema de gerenciamento de recursos hídricos, considerando a estrutura legal e institucional estabelecida pela Lei 9.433/97, devem-se considerar duas prerrogativas importantes: a disponibilidade (oferta) e a demanda hídrica (consumo). A oferta hídrica varia no tempo e no espaço, e é estimada a partir da avaliação do regime hidrológico da bacia, sendo esta atividade de responsabilidade do Estado, proprietário das águas. Este deve estabelecer ações para garantir maior disponibilidade hídrica, tanto quantitativa como qualitativa. Enquanto, que a demanda hídrica, pode ser estimada a partir do cadastramento de usuários na bacia, sendo dinâmico e contínuo com o tempo, e tem por propósito o racionamento e a disciplina no uso da água.

3. METODOLOGIA

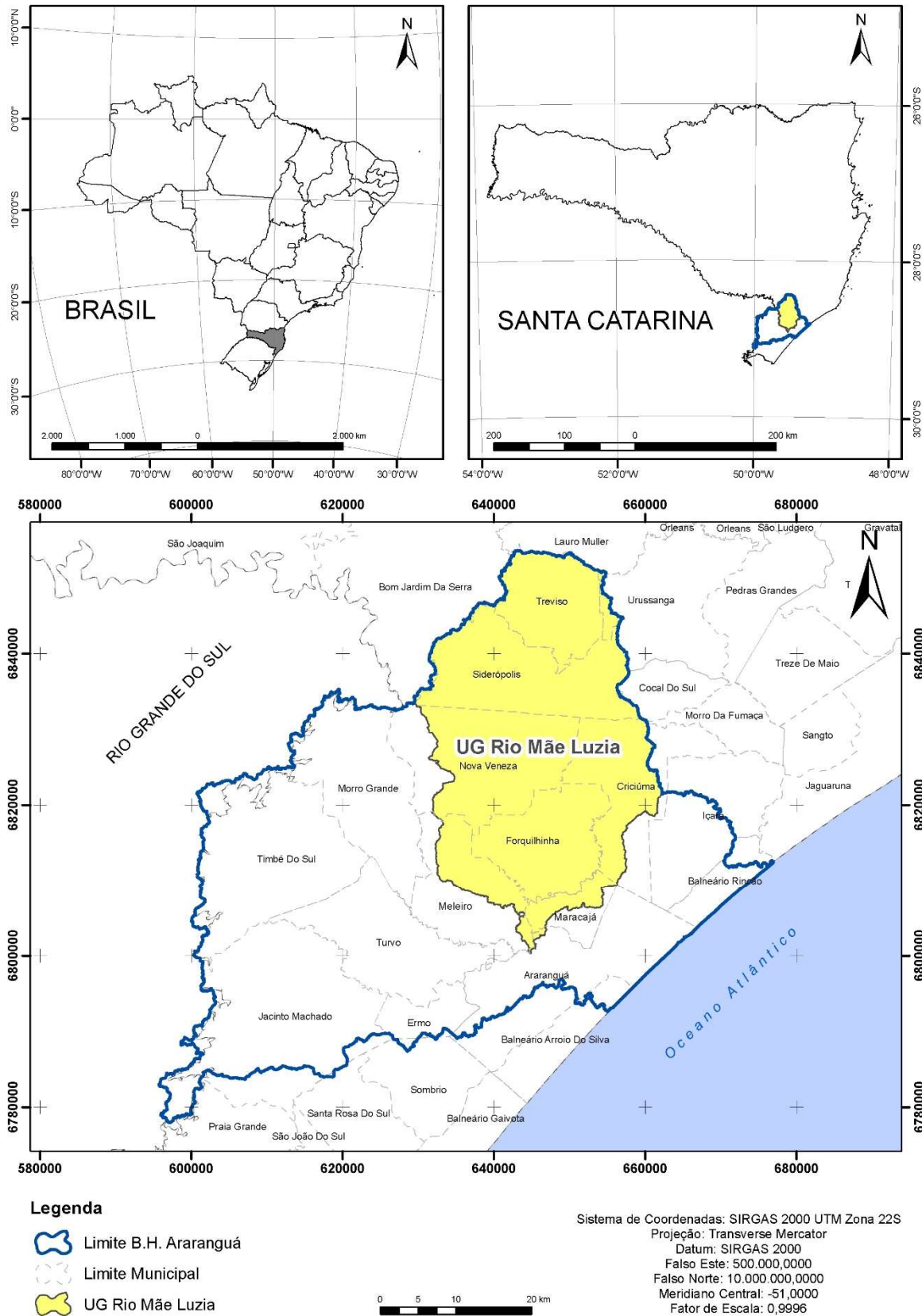
3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Bacia Hidrográfica do rio Araranguá (BHRA) ocupa uma área de 3.089,1 km², sendo que 2.992,80 km² estão inseridos no estado de Santa Catarina, sendo o restante, cerca de 96,3 km² estão localizados no estado do Rio Grande do Sul na região da escarpa da Serra Geral próximo municípios de Cambará do Sul e São José dos Ausentes. Localiza-se entre os quadrantes 28°40' a 29°10' Sul e os 49°20' a 50° W, drenando em superfície os territórios de 16 municípios (PRHBRA, 2015), faz fronteira com a Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga (BHRU) a nordeste, Serra Geral a oeste, bacia do rio Mampituba ao sul e oceano Atlântico a sudeste (SDS, 2014, p.07), estando inserida na Região Hidrográfica 10^a (Extremo Sul Catarinense) do Atlântico Sul.

O Plano de Recursos hídricos da bacia do rio Araranguá compartimentou a bacia em quatro Unidades de Gestão (UG): UG Itoupava, UG Manoel Alves, UG dos Porcos, UG do baixo vale do Araranguá e UG Mãe Luzia. A unidade de gestão denominada como a bacia do rio Mãe Luzia está enquadrada ao norte da bacia do Araranguá como mostra a Figura 03, possui área de drenagem de 1108,9 km². As águas do rio Mãe Luzia drenam territórios de sete municípios: Treviso, Siderópolis, Nova Veneza, Criciúma, Maracajá, Araranguá e Forquilha.

A determinação da bacia do rio Mãe Luzia foi representada pela base de dados de limites municipais do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). A Figura 03 apresenta a localização da bacia do rio Mãe Luzia.

Figura 03 - Localização da bacia do rio Mãe Luzia.



Fonte: A autora, (2019). Com base em IBGE.

3.2 MORFOMETRIA

Com a finalidade do cumprimento dos objetivos elaborados para o presente trabalho foi realizada uma pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa e de natureza aplicada, utilizando como referência a Figura 04.

Figura 04 - Fluxograma da metodologia aplicada no trabalho.



Fonte: A autora (2019).

A princípio foi efetuada uma análise física da bacia do rio Mãe Luzia a qual foi dividida em cinco sub-bacias como ilustrado na Figura 05, a cada uma foi designada o nome referente ao seu rio principal, a saber: rio Cedro, rio Guarapari e São Bento, rio Mãe Luzia (montante), rio Sangão e por fim, rio Mãe Luzia (jusante), e

também determinada, em cada uma das sub-bacias, uma estação pluviométrica para extração dos dados pluviométricos (diário, mensal e anual).

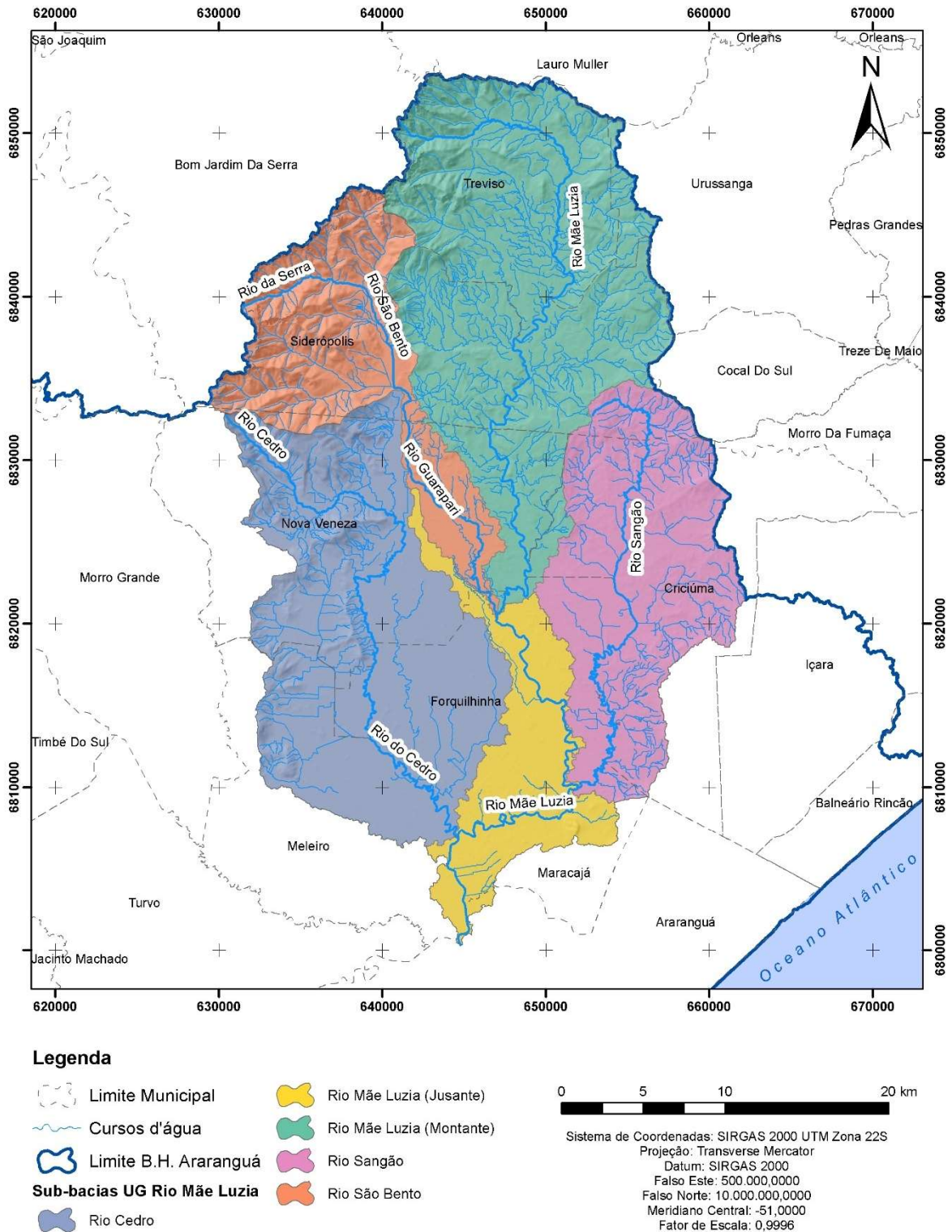
Os critérios de subdivisões de regiões homogêneas adotados para este estudo foram: tamanho das bacias (área de drenagem); rios principais, sendo reunidos os postos segundo os rios principais; e a similaridade das características geográficas das regiões, o que permitiu dividir em sub-regiões (sub-bacias).

Dessa forma, e através do ArcGIS® (Versão 10.3.1), *software* para Sistemas de Informações Geográficas, a bacia do rio Mãe Luzia foi delimitada em cinco sub-bacias. Foram utilizadas informações do banco de dados da Secretaria do Estado de Desenvolvimento Econômico (SDE) de Santa Catarina, como modelo digital do terreno (MDT), hidrografia (rios principais e secundários) e limites (ottobacia, bacias e município). Os dados extraídos da bacia foram:

- A - Área de Drenagem (km²).
- P - Perímetro (km).
- Lx - Comprimento Axial (km).
- Lt - Comprimento total de rios (km).
- L - Comprimento do rio principal (km).
- Ev - Distância nascente-foz (km).
- H - Diferença de cotas entre as curvas (km).
- Lcn - Comprimento das curvas de nível (km).
- N - Número total de rios.
- Lb - Comprimento da bacia (km).

Os mesmos foram introduzidos como dados de entrada no programa HidroBacias 2.0, como ilustrado no livro Bacias Hidrográficas (BACK, 2014), o qual proporciona a determinação de índices físico da bacia, como a forma, o sistema de drenagem e o relevo.

Figura 05 - Sub-bacias no limite territorial da bacia do rio Mãe Luzia.



Fonte: A autora 2019. Adaptado de EPAGRI, IBGE e SDS.

3.3 REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES

Foi empregado o Método de Regionalização de Vazões de Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2006) para determinação das variáveis hidrológicas: vazão média de longo termo, vazão média mensal, vazão específica, vazão mínima mensal (com base na Q7;10) e a curva de permanência. Os dados de chuva das estações pluviométricas utilizadas no trabalho estão apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 - Estações pluviométricas.

Estação	Código	Sub-bacia	Município	Responsável	Operador
Meleiro	2849005	Cedro	Meleiro	ANA	EPAGRI-SC
Serrinha	02849029	São Bento	Siderópolis	ANA	EPAGRI-SC
Morozini	-	Mãe Luzia (montante)	Treviso	Iparque/Unesc	Iparque
Forquilha	02849006	Mãe Luzia (jusante)	Forquilha	ANA	EPAGRI-SC
Unesc	1043	Sangão	Criciúma	Iparque/Unesc	EPAGRI-SC

Estação	Ano Inicial	Ano Final	Coordenada Geográficas		Altitude
			S	W	
Cedro	06/1942	06/2019	28° 6' 12,96" S	48° 55' 9,84" W	80,0
Serrinha	12/1986	06/2019	28° 36' 43,92" S	49° 33' 3,96" W	-
Morozini	07/2008	08/2018	28° 45' 2,16" S	49° 28' 23,16" W	40,0
Forquilha	11/1945	01/2018	28° 45' 3,6 S	49° 28' 22,8 W	40,0
Sangão	11/2009	08/2019	28° 43' 59" S	49° 24' 32" W	-

Fonte: ANA, Hidroweb, 2018; Iparque, 2018.

Utilizando o software Microsoft Office Excel 2007® foi elaborada uma planilha com o intuito de organizar os dados de chuvas diários, para posterior determinar e analisar as chuvas médias mensais e anuais.

3.3.1 Vazões médias

A vazão média permite caracterizar a capacidade de disponibilidade hídrica de uma bacia e seu potencial energético, entre outros usos. A vazão média

de longo período ou de longo termo é a maior vazão possível de ser regularizada numa bacia (TUCCI, 2001, p. 579). É considerado o principal parâmetro hidrológico-estatístico para caracterizar a disponibilidade hídrica de uma bacia ou sub-bacia hidrográfica em uma seção qualquer (SANTA CATARINA, 2006).

Para determinação da vazão média de longo termo utilizou-se a relação funcional da Região M5 (SANTA CATARINA, 2006), apresentada na Equação 1.

$$Q_{MTL} = 2,698 \cdot 10^{-5} \cdot P^{0,946} \cdot AD^{1,049} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Q_{MTL} = vazão média de longo termo ($m^3 \cdot s^{-1}$).

P = total precipitado anual (mm/ano).

AD = área de drenagem (km^2).

Enquanto na determinação das vazões médias mensais foi empregado o valor da vazão média de longo termo multiplicando-o pelos coeficientes sazonais da Região S10, conforme a Tabela 02 (SANTA CATARINA, 2006).

Tabela 02 - Coeficientes sazonais.

Regiões	Sub-Bacias	Coeficientes Sazonais ou Relações entre as Vazões Médias Mensais e a Vazão Média de Longo Termo - S_m											
		Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
S1	73 Oeste e 74	0,67	0,67	0,61	0,80	1,16	1,20	1,11	1,02	1,21	1,62	1,05	0,66
S2	73 Leste	0,71	0,68	0,68	0,74	1,06	1,15	1,19	1,06	1,22	1,43	1,06	0,77
S3	72	0,72	1,04	0,75	0,67	0,98	1,07	1,13	1,09	1,27	1,57	1,07	0,66
S4	70	0,77	0,67	0,58	0,62	0,85	1,00	1,32	1,40	1,58	1,38	0,86	0,75
S5	71	0,90	1,14	0,91	0,68	0,78	0,84	1,04	1,17	1,37	1,34	1,01	0,82
S6	83 Oeste	0,91	1,18	0,92	0,64	0,77	0,82	0,96	1,15	1,43	1,48	0,93	0,81
S7	83 Leste	1,07	1,34	1,14	0,84	0,85	0,79	0,82	0,86	1,08	1,24	1,03	0,91
S8	65 e 82	1,20	1,39	1,19	0,85	0,83	0,80	0,86	0,77	0,96	1,13	1,02	0,97
S9	84	1,08	1,47	1,29	0,95	0,83	0,73	0,82	0,85	1,04	1,07	0,96	0,93
S10	84 Sul	1,32	1,80	1,29	0,77	0,59	0,55	0,66	0,75	0,97	1,08	1,06	1,14

Fonte: Santa Catarina (2006).

3.3.2 Vazões específicas

As vazões específicas mensais são a relação entre a vazão média de longo termo e a área de drenagem da bacia hidrográfica, indicando a produção média de escoamento superficial por unidade de área. Para obter a vazão específica foi empregada a equação da Região M5, conforme a Equação 2.

$$q = 2,698 \cdot 10^{-2} \cdot P^{0,946} \cdot D^{0,049}$$

(Equação 2)

Onde:

q = vazão específica ($L \cdot s^{-1} \cdot km^{-2}$).

P = total precipitado anual (mm/ano).

AD = área de drenagem (km^2).

3.3.3 Curva de permanência de vazão

As curvas de permanência de vazão (CPV) permitem representar as relações entre as vazões médias mensais de um rio com as probabilidades ou percentagens dos meses com ocorrências que igualem ou superem este valor de vazão (TUCCI, 2001). As CPV descrevem a porcentagem no tempo em que uma dada vazão foi igualada ou excedida ao longo de um período histórico. Fornecem uma resposta rápida e direta do comportamento dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica, sendo assim importante prever ou regionalizar as curvas de permanência para bacias com pouco ou sem monitoramento, tanto para o período total quanto para o sazonal (WOLFF, 2017). Utilizando os coeficientes (k_p) da Categoria XII (SANTA CATARINA, 2006, p. 88), em relação à vazão média de longo termo, foram estimadas as curvas de permanência de vazão entre 5 e 100%.

3.3.4 Vazão mínima

O conhecimento de vazão mínima de bacia hidrográfica é fundamental para estudos de disponibilidade hídrica e preservação ambiental, pois estão ligados a períodos extremos de oferta de água pelo curso de água.

As vazões mínimas, em alguns casos, se caracterizam pelos menores valores das séries anuais. É associada a uma duração t . A título de exemplo, a vazão mínima de um ano qualquer com duração de 30 dias, indicam que é o menor valor do ano da vazão média de 30 dias consecutivos. Na prática, a vazão mínima de um dia tem pouca utilidade, enquanto as durações maiores, como sete ou 30 dias apresentam maior interesse ao usuário, já que a sequência de vazões baixas é a condição mais crítica na utilização da água (TUCCI, 2001, p. 579).

Para suprir a deficiência da rede hidrométrica no Brasil, uma técnica que tem sido utilizada com resultados satisfatórios, é a regionalização hidrológica. Neste contexto, para determinação da vazão mínima utilizou-se a relação funcional da Região M75 (SANTA CATARINA, 2006), apresentada na Equação 3.

$$Q_{\text{MIN}.7} = 3,747.10^{-4}. AD^{1,366} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

$Q_{\text{MIN}.7}$ = média das vazões mínimas médias de 7 dias ($\text{m}^3.\text{s}^{-1}$).

AD = área de drenagem (km^2).

3.4 REGIME HIDROLÓGICO

Os dados do regime hidrológico na bacia hidrográfica do rio Mãe Luzia foram obtidos através de duas estações fluviométricas (Tabela 03), ambas da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), coordenadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), e operada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

Tabela 03 - Estações Fluviométricas.

Estação	Código	Sub-bacia	Município	Responsável	Operador
Forquilha	84820000	Mãe Luzia (Montante e Jusante)	Forquilha	ANA	EPAGRI-SC
Serrinha - Jus 200M - casan	84800000	São Bento	Siderópolis	ANA	EPAGRI-SC

Estação	Ano Inicial	Ano Final	Coordenada Geográficas		Altitude
			S	W	
Forquilha	mai/42	dez/14	28° 44' 57.120"S	49° 28' 27.840"W	40
Serrinha	ago/85	dez/14	28° 36' 45.000" S	49° 33' 5.040"W	114

Fonte: A autora, 2019. Com base em Hidroweb, 2018.

Dessa forma, foram determinados para as sub-bacias do rio São Bento e rio Mãe Luzia, a vazão média de longo termo e a vazão específica, a partir de

estações fluviométricas instaladas nesses dois rios. Utilizando o software Microsoft Office Excel 2007® os dados de vazão diária foram organizados para determinar e analisar as vazões médias mensais.

A média mensal das vazões destes dois rios foi determinada dividindo o acumulado mensal das vazões pelo número de dias que possui cada mês. Foram analisadas as séries diárias e anuais de vazão para cada mês.

As vazões específicas foram calculadas pela equação 4.

$$Q_{\text{esp}} = (Q_m / A_i) * 1000 \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

Q_e é a vazão específica média de longa duração (l/s.km²).

Q_m é a vazão média anual (m³.s⁻¹).

A_i é a área da bacia hidrográfica (km²).

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 ÍNDICES FÍSICOS

A Tabela 04 apresenta os índices físicos determinados das sub-bacias de drenagem que integram a bacia do rio Mãe Luzia. Os dados hidrológicos, cartográficos e descritivos da região de estudo foram reunidos para melhor visualizar e entender o comportamento hidrológico de cada região homogênea. Assim, as sub-bacias foram organizadas em regiões homogêneas e comparados os dados morfométricos, e posteriormente, determinar as funções hidrológicas.

Tabela 04 - Índices físicos das sub-bacias de drenagem que integram a bacia do rio Mãe Luzia.

Parâmetros	Sub-bacias de drenagem				
	Cedro	São Bento	Mãe Luzia Montante	Mãe Luzia Jusante	Sangão
A - Área de Drenagem (km ²)	298,985	152,366	348,786	108,605	202,780
P - Perímetro (km)	136,757	127,542	147,584	144,101	111,145
Lx - Comprimento Axial (km)	52,622	35,091	56,813	38,900	48,254
Lt - Comprimento total de rios (km)	430,452	284,914	772,732	80,155	365,457
L - Comprimento do rio principal (km)	52,622	35,091	56,813	38,900	48,254
Ev - Distância nascente-foz (km)	29,594	24,395	30,590	20,372	22,704
H - Diferença de cotas entre as curvas (km)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Lcn - Comprimento das curvas de nível (km)	1609,079	3251,977	3840,377	79,276	794,217
N - Número total de rios	224,000	160,000	457,000	18,000	230,000
Lb - Comprimento da bacia (km)	29,719	26,007	33,320	28,076	25,778

Fonte: A autora (2019).

Após obtenção dos dados primários foram calculados os índices que correspondem à forma da bacia (Tabela 05).

Tabela 05 - Índices quanto à forma das sub-bacias de drenagem que integram a bacia do rio Mãe Luzia.

Índices	Sub-bacias de drenagem				
	Cedro	São Bento	Mãe Luzia (Montante)	Mãe Luzia (Jusante)	Sangão
Kc - Coeficiente de compacidade	2,23	2,914	2,228	3,899	2,201
Kf - Coeficiente de forma	0,108	0,124	0,108	0,072	0,087
Ic - Índice de circularidade	0,201	0,118	0,201	0,066	0,206
Re - Razão de alongação	0,371	0,397	0,371	0,302	0,333
Ico - Índice entre comprimento e área da bacia	1,719	2,107	1,784	2,694	1,81
Lm - Largura média da bacia (km)	5,682	4,342	6,139	2,792	4,202

Fonte: A autora, 2019.

Oliveira et al. (2012 apud BACK 2014) relacionando os valores de Kc com a propensão a enchentes, cita que valores de Kc maiores que 1,50 indicam bacias que não estão sujeitas a grandes enchentes, ou seja, todas as bacias não estão sujeitas a grandes enchentes. O autor supracitado relaciona também o Kf a predisposição às enchentes, sendo que valores acima de 0,75 estão sujeitas a enchentes, valores entre 0,75 e 0,50 tem tendência mediana a enchentes e abaixo de 0,50 não estão sujeitos a enchentes, sendo esta situação encontrada nas cinco sub-bacias em questão.

Miller e Schumm (1953 e 1956 apud BACK 2014) indicam que o índice de circularidade 0,51 refere-se a um nível moderado de escoamento, isto é, não contribuem na concentração de águas que viabilizam as cheias rápidas. Valores maiores que 0,51 indicam que a bacia tende a ser mais circular, propiciando inundações. Já os valores menores que 0,51 sugerem que a bacia tende a ser mais alongada propiciando o escoamento, como é caso encontrado em todas as sub-bacias em estudo.

Quanto ao índice Re, Back (2014) afirma que está relacionado com o formato da bacia, ou seja, quanto maior o valor, mais se aproxima de uma circunferência, e a probabilidade de enchentes aumenta, indicando que, entre as sub-bacias, a mais suscetível a enchentes é a do rio São Bento. O mesmo autor

informa que valores Ico próximos a 1,0 significam que a bacia possui forma semelhante a um quadrado, quando o valor for inferior ao da unidade, a bacia terá forma alargada o que não acontece com as sub-bacias em questão e quando for maior que 1,0 mais alongada a bacia será, neste sentido é possível afirmar que a sub-bacia do rio Mãe Luzia (Jusante) é a mais alongada. Além dos dados relativos aos índices relativos da bacia também foram calculados os índices relativos ao sistema de drenagem (Tabela 06).

Tabela 06 - Índices quanto ao sistema de drenagem das sub-bacias que integram a bacia do rio Mãe Luzia.

Índices	Cedro	São Bento	Mãe Luzia Montante	Mãe Luzia Jusante	Sangão
Dd- Densidade de drenagem (km/km ²)	1,44	1,87	2,215	0,738	1,802
Ems- Extensão média do escoamento superficial (km)	0,174	0,134	0,113	0,339	0,139
Eps- Extensão do percurso superficial	0,347	0,267	0,226	0,677	0,277
Cm - Coeficiente de manutenção (m ² /m)	694,584	534,779	451,367	1354,937	554,867
Dr- Densidade de rios (Nr/km ²)	0,749	1,05	1,31	0,166	1,134
Ct- Coeficiente de torrencialidade	1,079	1,964	2,903	0,122	2,044
Dc- Densidade de Confluências (Nc/km ²)	0,746	1,044	1,307	0,157	1,129
Sin - Sinuosidade	1,778	1,438	1,857	1,909	2,125
Is- Índice de sinuosidade (%)	43,761	30,481	46,157	47,63	52,949
Classe	IV - Sinuoso	III - Divagante	IV - Sinuoso	IV - Sinuoso	V - Muito sinuoso

Fonte: A autora, (2019).

Beltrame (1994 apud BACK, 2014) apresenta uma classificação dos valores Dd, sendo que valores de 2,01 a 3,5 apresentam uma densidade de drenagem alta, isto é, esse índice demonstra a velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica, o que significa que a maioria das sub-bacias está em nível

moderado de densidade de drenagem, sendo que, somente a BHRML (Montante) possui a Dd entre 2,01 e 3,5 (alta). Segundo Pereira (2016) quanto menores os valores de Ems significam dizer que mais tempo a água demora a escoar, influenciando assim no tempo e concentração da bacia. Back (2014) ressalta que quanto maior o valor Eps, mais tempo a água terá que escoar sobre o terreno até atingir um curso de água. O índice Cm corresponde à área mínima necessária para manutenção de 1 metro de canal de escoamento

Segundo Christofolletti (1980 apud BACK 2014), o índice Dr representa o comportamento hidrográfico de determinada área, indicando a capacidade da bacia de gerar novos cursos em função das características físicas, a bacia que mais se identifica com essa característica é a do rio Sangão com valor de 1,134 km/km². Back (2014) afirma que quanto maior o valor de Ct maior será a tendência para inundações, nesse sentido, a sub-bacia do rio Mãe Luzia (Montante) é a que apresenta uma maior tendência.

Villela (1975) define a sinuosidade como um fator que está relacionado com a velocidade do fluxo da água, pois quanto maior a sinuosidade, maior a dificuldade encontrada pelo deslocamento da água no seu caminho, implicando menor velocidade. De acordo com Alves e Castro (2003, apud BACK, 2014), valores próximos de 1 indicam que o canal tende a ser retilíneo e maiores que 2 indicam canais tortuosos e entre 1 e 2 apontam como formas de transição entre os dois comportamentos, no caso das sub-bacias a única que não se encontra entre 1 e 2 é a do rio Sangão apresentando valor de 2,125.

Mansikkaniemi (1970 apud BACK, 2014) classifica o Is como sendo a relação entre a distância da desembocadura do rio até a nascente mais distante, medida em linha reta e o rio principal, sendo assim, a maioria apresentou um comportamento sinuoso, apenas as sub-bacias do rio São Bento e Sangão apresentaram-se como divagante e muito sinuoso, respectivamente.

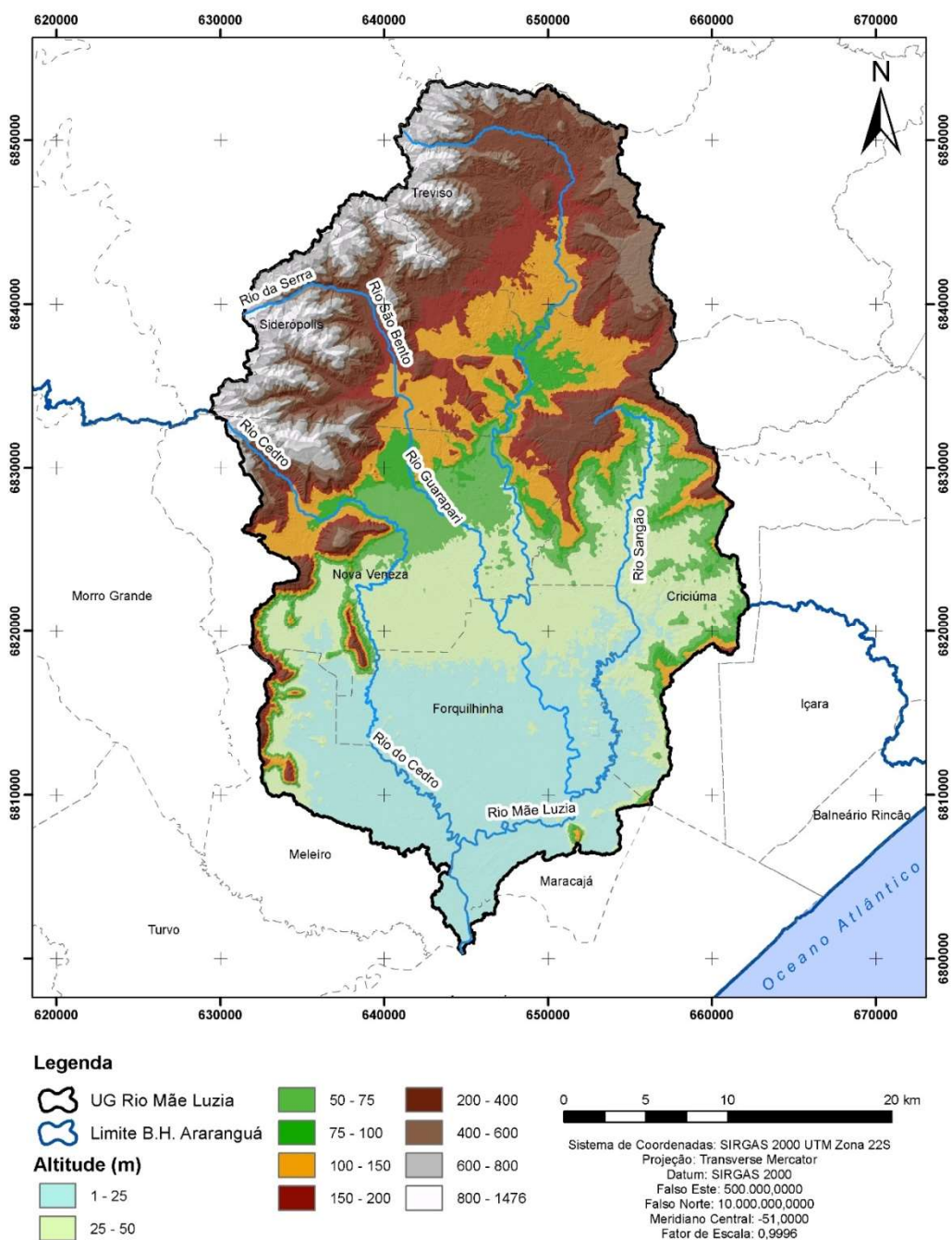
Foram também calculados os índices relativos ao relevo (Tabela 07). A Figura 06 ilustra a altimetria das sub-bacias.

Tabela 07 - Índices quanto ao relevo das sub-bacias de drenagem que integram a bacia do rio Mãe Luzia.

Sub-bacias	Declividade (m/m)
Cedro	0,1076
São Bento	0,4269
Mãe Luzia (Montante)	0,2202
Mãe Luzia (Jusante)	0,0146
Sangão	0,0783

Fonte: A autora, 2019.

Figura 06 - Altimetria das sub-bacias de drenagem.



Fonte: A autora, (2019).

Nota-se, através da Tabela 05, que a sub-bacia do rio Mãe Luzia (Jusante) possui a menor declividade com 0,0146 m/m seguida pelo rio Sangão com 0,0783m/m. Essa questão pode ser confirmada pela Figura 06 (Mapa altimétrico) por meio do qual é possível observar que as sub-bacias do rio São Bento, Mãe Luzia (Montante) e Cedro possuem altitude mais elevada nas nascentes, a 1476 metros acima do nível do mar, a noroeste, pelo fato de estarem próximos a Serra.

4.2 FUNÇÕES HIDROLÓGICAS

4.2.1 Vazões Médias

Como o esperado, por estarem na mesma zona climática, ou seja, subtropical, as sub-bacias possuem um comportamento semelhante, variando apenas na quantidade da precipitação pluviométrica ao longo do ano. No período de janeiro a março (verão) e nos meses de outubro, novembro e dezembro (primavera/verão) as médias mensais em termos de pluviometria, respondem para as maiores vazões registradas. Dessa forma, as maiores disponibilidades hídricas se concentram nos meses de janeiro, fevereiro e março, e de outubro, novembro e dezembro, enquanto nos demais meses as vazões mensais são inferiores à vazão média de longo termo, que correspondem aos valores da Tabela 08.

A precipitação pluviométrica média anual pode ser observada através da Tabela 08 mostrando que a UG de São Bento possui a maior média pluviométrica anual (1814,9 mm/ano) seguida da UG de Mãe Luzia (Montante) (1796,0 mm/ano), seno a menor na sub-bacia do rio Sangão.

Tabela 08 - Precipitação pluviométrica média anual.

Sub-bacias	Pluviometria Média Anual (mm/ano)
Cedro	1506,6
São Bento	1814,9
Mãe Luzia (Montante)	1796,0
Mãe Luzia (Jusante)	1451,7
Sangão	1415,5

Fonte: A autora, (2019).

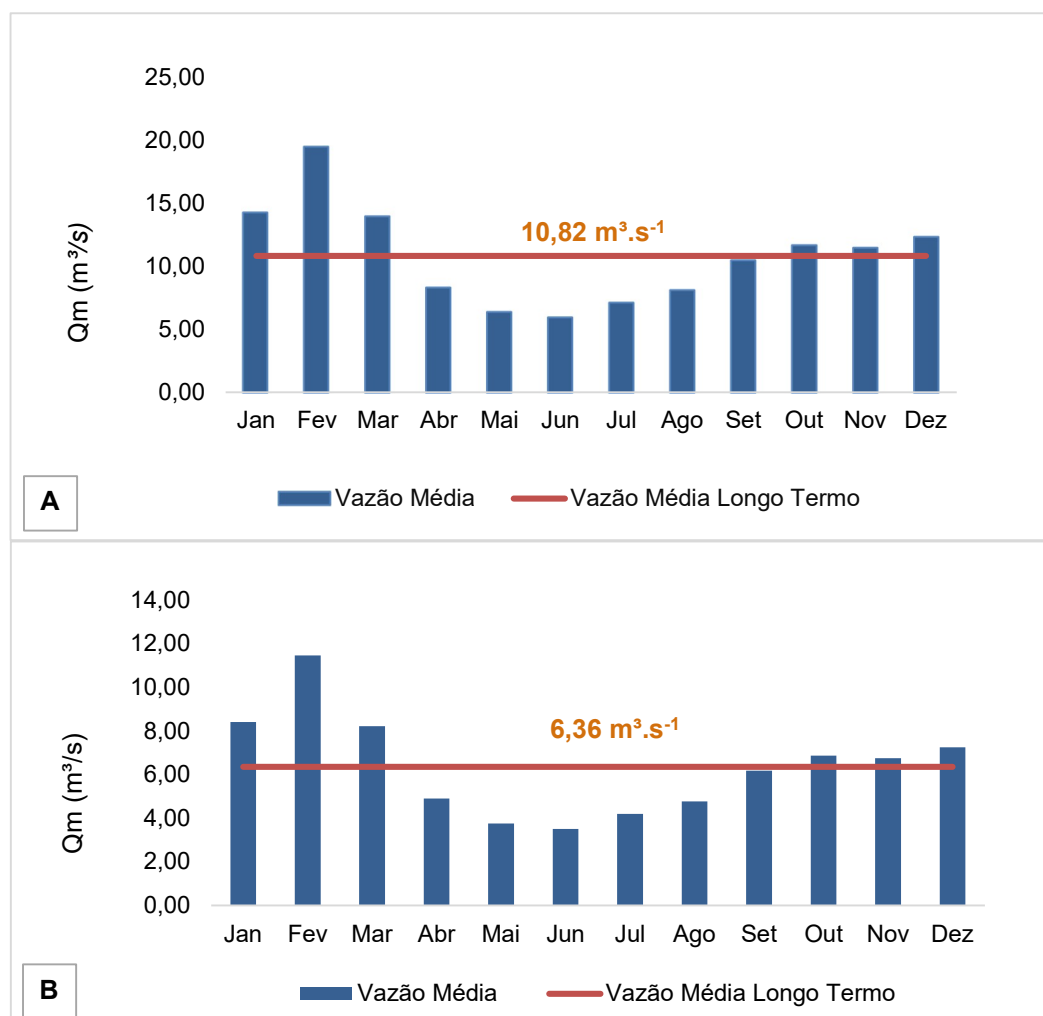
Na Tabela 09 e nas Figuras 07 e 08 evidenciam o comportamento das vazões médias de longo termo calculadas pelo Método de Regionalização de Vazões (SANTA CATARINA, 2006). Observa-se que as maiores contribuições estão nas sub-bacias dos rios Cedro e Mãe Luzia (Montante).

Tabela 09 - Vazões médias de longo termo.

Sub-bacias	Q _{MLT} (m ³ .s ⁻¹)
Cedro	10,82
São Bento	6,36
Mãe Luzia (Montante)	15,02
Mãe Luzia (Jusante)	3,61
Sangão	6,79

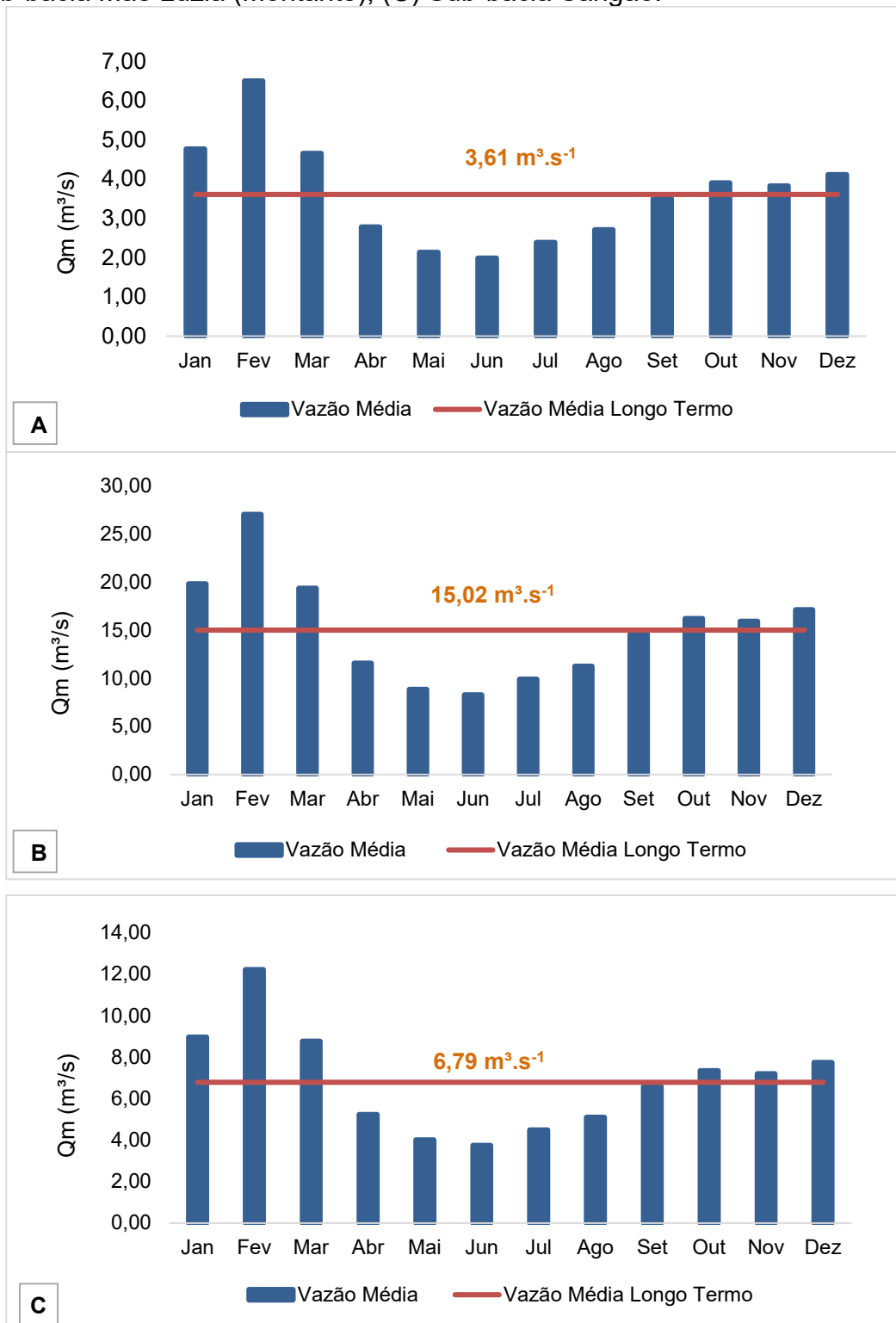
Fonte: A autora (2019).

Figura 07 - Vazões médias e de Longo Termo. (A) Sub-bacia do rio Cedro; (B) Sub-bacia São Bento.



Fonte: A autora, (2019).

Figura 08 - Vazões médias e de Longo Termo. (A) Sub-bacia Mãe Luzia (Jusante); (B) Sub-bacia Mãe Luzia (Montante); (C) Sub-bacia Sangão.



Fonte: A autora (2019).

Nota-se que as vazões seguem um comportamento proporcional à área de drenagem que possuem, assim quanto maior a área maior a vazão da sub-bacia. Se compararmos a vazão média de longo termo obtida nesse estudo, somando-se

as duas sub-bacias do Rio Mãe Luzia (Montante e Jusante) ($18,63 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) com a vazão média de longo período (Observada) ($18,54 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$) do Plano da Bacia do Rio Araranguá para a estação fluviométrica Serrinha, percebe-se muita similaridade.

A vazão específica calculadas para as sub-bacias de drenagem diz respeito à relação entre a vazão e a área da bacia hidrográfica (Tabela 10). De acordo com estudos hidrológicos, como de Santa Catarina (2006), corresponde a um indicador direto para comparar o nível da produção de água entre bacias hidrográficas ou regiões hidrológicamente homogêneas.

Tabela 10 - Vazões específicas.

Sub-bacias	q ($\text{L}.\text{s}^{-1}.\text{km}^{-2}$)
Cedro	36,202
São Bento	41,771
Mãe Luzia (Montante)	43,072
Mãe Luzia (Jusante)	33,262
Sangão	33,485

Fonte: A autora, (2019).

Percebe-se que as sub-bacias Mãe Luzia (Montante) e Mãe Luzia (Jusante) apresentaram à menor e maior vazão específica, ficando em primeiro e último lugar, respectivamente. Este fato se deve, pois optou-se em dividir o rio principal do rio Mãe Luzia em duas regiões.

4.2.2 Curva de permanência de vazão

Outro aspecto importante para funções hidrológicas é a representação de curvas de permanência de vazão (CPV), onde relaciona a vazão ou nível de um rio e a probabilidade de ocorrerem vazões maiores ou iguais ao valor da ordenada (TUCCI, 2015). Também auxilia para determinar as vazões de referência para outorga de uso de água. Para os cursos d'água de domínio da União, onde a nascente e a foz estão em Estados diferentes, a vazão de referência é a vazão com 95% de permanência de tempo (Q_{95}), sendo o órgão responsável pela gestão a Agência Nacional de Águas (ANA) (BRASIL, 1997).

No Estado de Santa Catarina, a vazão de referência é com 98% de permanência do tempo (Q_{98}), sendo a Superintendência de Desenvolvimento

Econômico (SDE) o órgão responsável pela gestão de recursos hídricos (SANTA CATARINA, 1994). Neste aspecto, para a análise de disponibilidade hídrica para captação ou derivação das águas de domínio do Estado de Santa Catarina, a SDE, através da Portaria SDS n° 36, de 29 de julho de 2008, em seu Art. 2º, adotou a vazão de referência de Q_{98} (vazão de permanência por 98% do tempo). No caso, para concessão de outorga de água, o inciso 1º da Portaria SDS n° 51, de 2 de outubro de 2008, estabeleceu que a vazão outorgável será equivalente a 50% da vazão de referência (Q_{98}).

Na bacia do rio Araranguá, o Plano de Recursos Hídricos propôs como critério de outorga, 50% da vazão de referência (Q_{90}) (que corresponde à vazão de permanência (igualada ou superada) em 90% do tempo - vazão que está presente no corpo hídrico) (PRHBRA, 2015). Nesse aspecto, a Tabela 11 e as Figuras 09 e 10 trazem as relações entre as vazões médias anuais dos rios para as cinco sub-bacias com as percentagens de ocorrências que igualem ou superem um determinado valor de vazão. As CPV estimadas possibilitam avaliar estatisticamente a disponibilidade hídrica dos rios das bacias estudadas ao longo do ano.

Tabela 11 - Valores da curva de permanência das vazões médias anuais

Ordem	Permanência	Vazão $m^3.s^{-1}$				
		Cedro	São Bento	Mãe Luzia (Montante)	Mãe Luzia (Jusante)	Sangão
1	5	28,68	16,87	39,81	9,57	17,99
2	10	22,73	13,37	31,55	7,59	14,26
3	15	19,48	11,46	27,04	6,50	12,22
4	20	16,67	9,80	23,14	5,56	10,46
5	25	14,40	8,46	19,98	4,80	9,03
6	30	12,77	7,51	17,73	4,26	8,01
7	35	11,26	6,62	15,62	3,76	7,06
8	40	10,17	5,98	14,12	3,40	6,38
9	45	9,09	5,35	12,62	3,03	5,70
10	50	8,23	4,84	11,42	2,75	5,16
11	55	7,36	4,33	10,22	2,46	4,62
12	60	6,49	3,82	9,01	2,17	4,07
13	65	5,74	3,37	7,96	1,91	3,60
14	70	4,87	2,86	6,76	1,63	3,06
15	75	4,00	2,35	5,56	1,34	2,51
16	80	3,46	2,04	4,81	1,16	2,17
17	85	2,81	1,65	3,91	0,94	1,77
18	90	2,16	1,27	3,00	0,72	1,36
19	95	1,41	0,83	1,95	0,47	0,88
20	98	0,87	0,51	1,20	0,29	0,54
21	100	0,22	0,13	0,30	0,07	0,14

Fonte: A autora, (2019).

Figura 09 - Curva de Permanência de Vazão. (A) Sub-bacia Cedro; (B) Sub-bacia São Bento; (C) Sub-bacia Mãe Luzia (Montante).

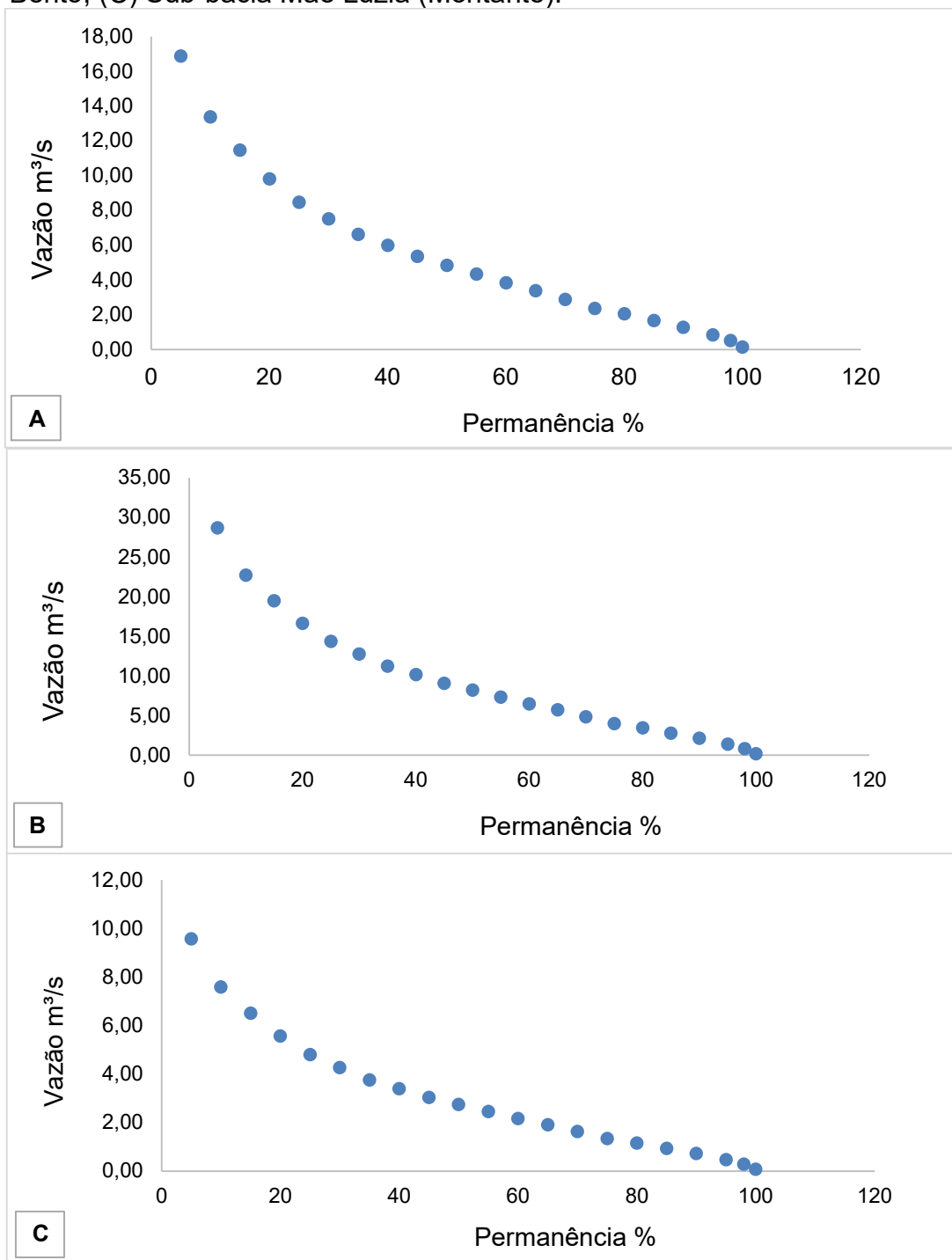
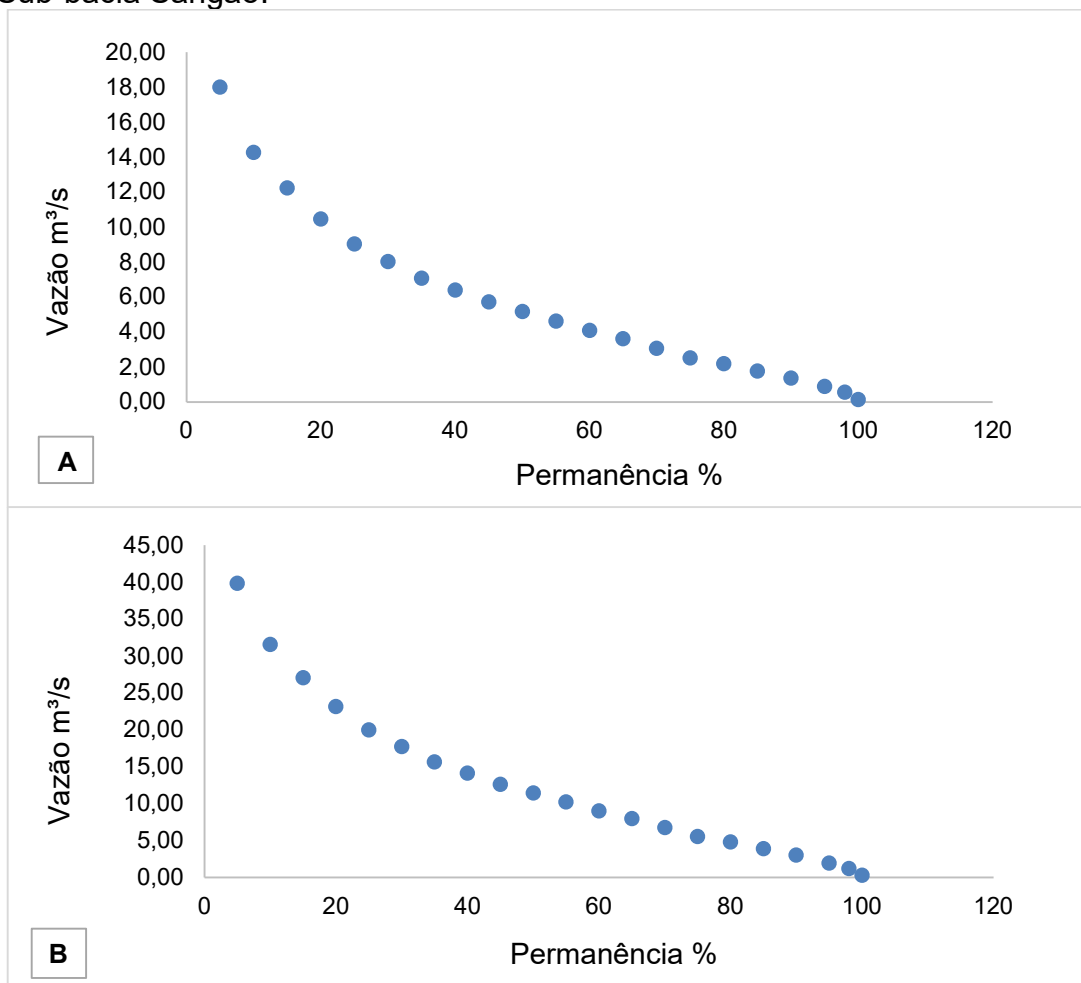


Figura 10 - Curva de Permanência de Vazão. (D) Sub-bacia Mãe Luzia (Jusante); (E) Sub-bacia Sangão.



Fonte: A autora (2019).

O PRHBA (2015) propôs para a bacia do rio Araranguá uma vazão de referência de Q_{90} , sendo o critério de outorga de 50% da Q_{90} , sendo essa vazão adotada pela SDE para fins de balanço hídrico visando a concessão de outorga de água. Neste estudo, foram estimados como vazões de permanência de 90% os valores de $0,72 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Sub-bacia Rio Mãe Luzia (Montante)) a $3,00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Sub-bacia Rio Mãe Luzia (Jusante)).

4.2.3 Vazões Mínimas

Na Tabela 12 constam as vazões mínimas com 7 dias de duração estimadas para o período de retorno de 10 anos. Observa-se que para o período de retorno de 10 anos o valor da vazão mínima em 7 dias ($Q_{7;10}$) varia de $0,226 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Mãe Luzia - Jusante) a $1,114 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Mãe Luzia - Montante).

Tabela 12 - Vazões mínimas de 7 dias consecutivos.

Sub-bacias	Q_{MinT} (m³.s⁻¹)
Cedro	0,902
São Bento	0,359
Mãe Luzia (Montante)	1,114
Mãe Luzia (Jusante)	0,226
Sangão	0,531

Fonte: A autora, (2019).

As vazões mínimas estimadas nessas sub-bacias, segundo (TUCCI, 2002) permite obter indicadores de condições de estiagens de um rio. Considerando as vazões mínimas estimadas, pode-se dizer que é a vazão necessária para a manutenção das condições de vida aquática dos rios estudados nas UG.

4.3 ANÁLISE DA VAZÃO MÉDIA DE ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS

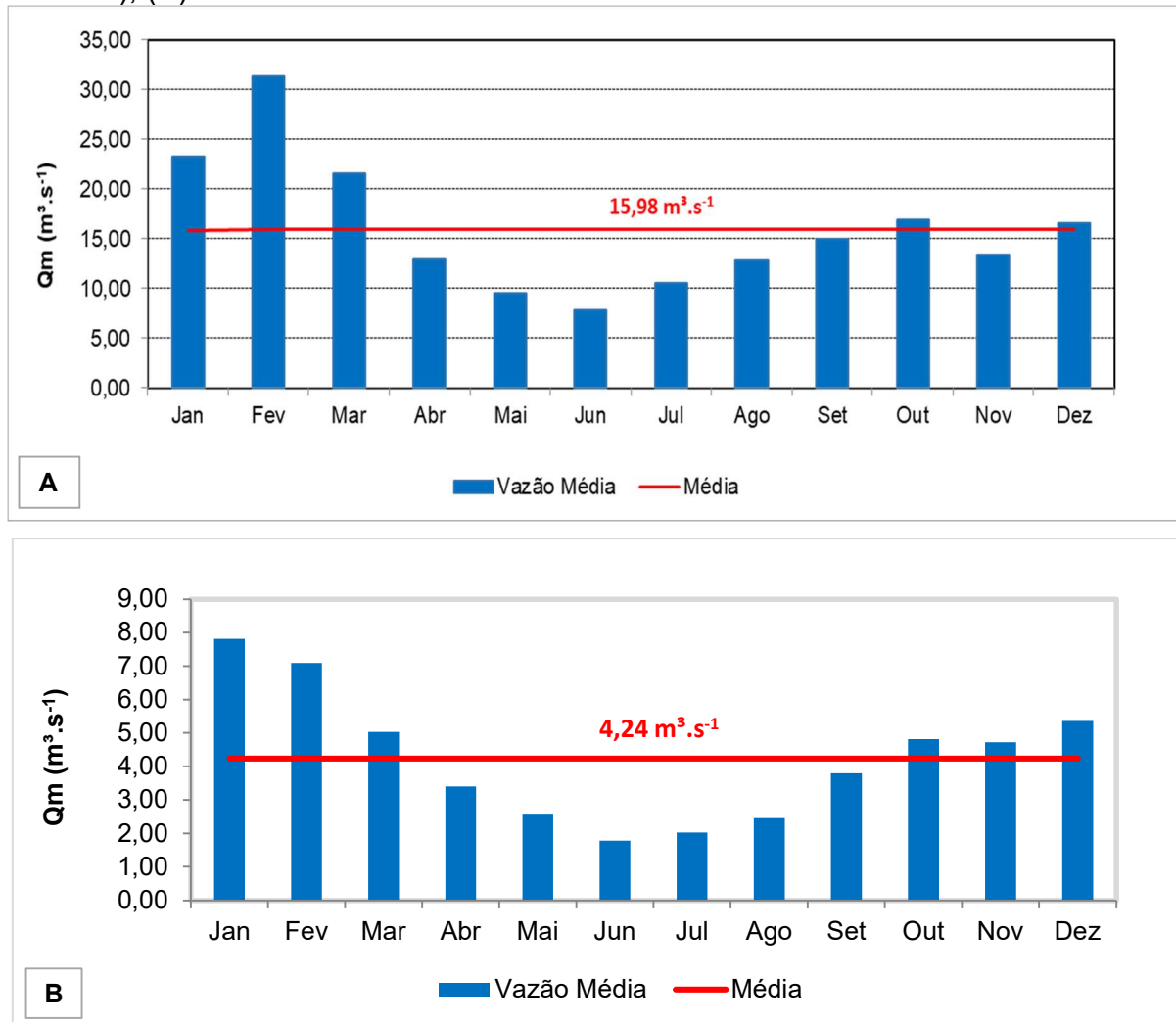
4.3.1 Vazão média de longo termo

Os dados de vazão do rio São Bento (estação serrinha) foi obtido analisando a série histórica no período de 1985 a 2014 (30 anos), sendo planificados para determinar às vazões médias. De forma semelhante foi realizado para a estação de Forquilha, que compreende toda a bacia do rio Mãe Luzia (montante e jusante), obtendo dados de 1942 a 2014 (77 anos). A Figura 11 mostra o comportamento das vazões calculadas.

No Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Araranguá (PRHBRA, 2015), consta para a estação fluviométrica de Forquilha a vazão média de longo termo (Observada) em 18,54 m³.s⁻¹ e 21,18 m³.s⁻¹ (Calculada). Considerando neste estudo as duas sub-bacias (Rio Mãe Luzia - Montante e Jusante), foi encontrado uma vazão média de longo termo de 15,98 m³.s⁻¹.

Podem-se observar os resultados através da Tabela 13 que a vazão média calculada e a específica das duas sub-bacias dos rios Mãe Luzia (Montante e Jusante) são comparadas as vazões obtidas por meio da regionalização no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Araranguá.

Figura 11 - Vazões médias de longo termo. (A) Sub-bacia Mãe Luzia (Montante e Jusante); (B) Sub-bacia São Bento.



Fonte: A autora (2019). Com base em Hidroweb, (2018).

Tabela 13 - Vazões médias e específicas pelas estações fluviométricas.

Vazão	Obtida Neste Estudo		Determinada no Plano da Bacia do Rio Araranguá – Bacia do rio Mãe Luzia (Estação Forquilha)	
	Sub-Bacia Rio São Bento	Sub-Bacia Rio Mãe Luzia	Observada	Calculada
Qmlp (m³.s⁻¹)	4,24	15,98	18,54	21,18
Qesp (L.s⁻¹.km²)	27,81	34,93	35,65	40,72

Fonte: A autora, 2019.

A vazão média de longo termo obtida neste trabalho para a sub-bacia do rio Mãe Luzia foi inferior àquelas determinadas pelo plano da BHRA, tanto a vazão observada, quanto a calculada por meio das equações de regionalização. Já a vazão específica média (Qesp), determinada no plano da BHRA foram maiores que a determinada neste estudo.

Uma provável diferença entre os valores encontrados pode estar relacionada ao fato de que no plano as vazões foram obtidas através de equações de regionalização, enquanto que os valores encontrados nesse estudo foram obtidos por vazões da estação fluviométrica Forquilha (série de 33 anos). Em fim, a diferença encontrada indica que o método de regionalização nem sempre representa a real condição hidrológica da bacia.

5. CONCLUSÃO

Os dados morfométricos das sub-bacias do rio Mãe Luzia apresentaram similaridade, sendo que todas possuem uma região não sujeita a grandes enchentes. Possuem ainda nível moderado de escoamento superficial, não contribuindo na concentração de água que possibilitem cheias rápidas.

Em relação às vazões (Q_{7-10} e Q_{90}), subtraindo as duas, pode-se dizer que a sub-bacia do rio Cedro apresentou maior (1258 L. s^{-1}) disponibilidade em relação às demais sub-bacias, essencial a produção agrícola, como a cultura de arroz irrigado, seguida da sub-bacia do rio São Bento (911 L. s^{-1}), que também ocupa superficialmente grandes porções de áreas ocupadas por rizicultura.

É de conhecimento na literatura, que a determinação de cálculos hidrológicos, como vazão média é uma importante ferramenta para determinação da disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas. A determinação de vazões (média e mínima) permite corroborar no planejamento e execução de programas, projetos e ações ao desenvolvimento sustentável das bacias hidrográficas, consideradas unidades de planejamento.

Por fim, pode-se dizer que a metodologia utilizada para os cálculos hidrológicos atendeu aos objetivos propostos, sendo aceita e reconhecida por diversos autores, e usualmente aplicada em regiões com pouca disponibilidade de dados hidrológicos. Por outro lado, o uso da metodologia de regionalização de vazão pode trazer a diferença quando comparados os dados de fluviometria de estações com séries históricas confiáveis, o que significa dizer que existe limitação nos dados hidrológicos obtidos por regionalização.

Neste aspecto, este trabalho pode contribuir para tomadas de decisões, seja na definição de outorga de direito de uso de água, em estudos de zoneamento de uso do solo, ou até mesmo em estudos referentes à reservação de água para abastecimento público.

REFERÊNCIAS

AMBONI T. M., ALEXANDRE, N. Z.; ZANUZ, M., KREBS, A. S. J. Adaptação de um índice de qualidade de água para avaliação de recursos hídricos impactados pela atividade carbonífera aplicado a bacia do rio Mãe Luzia. **19º Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Maceió, p.10, nov. 2011.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2005. 118 p. (Caderno de Recursos Hídricos).

ANA - Agência Nacional de Águas. **Hidrologia básica**. Unidade 1: ANA, 2018. 55 p. Disponível em: <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/66>. Acesso em: 27 mar. 2019a.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos - Outorga de direito e uso dos recursos hídricos**. Vol 6, Brasília, 2011. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/OutorgaDeDireitoDeUsoDeRecursosHidricos.pdf>. Acesso em: 24 abr 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas**. Brasília. 252p. 2013. Atualização em 2014.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/gestao-da-agua/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 17 out 2019.

ANA - Agência Nacional de Águas. **Usos da água**. 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/usos-da-agua>. Acesso em: 04 de dezembro de 2019.

BACK, Álvaro José. **Bacias hidrográficas: Classificação e caracterização física** (com o programa HidroBacias para cálculos). Florianópolis: EPAGRI, 2014. 162 p.

BRANCO, Otávio Eurico de Aquino. **Avaliação da disponibilidade hídrica: Conceitos e aplicabilidade**. 2006. 20p. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Disponibilidade-H%C3%ADrica.pdf>. Acesso em 16 out 2019.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Brasília: DOU, 2007. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 25 mar. 2019.

BRASIL, Lei nº 9433 de 08 de janeiro de 1997. **Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Brasília, 1997. Disponível em:

http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm. Acesso em: 24 abr 2019.

CAMPOS, José Nilson; STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. **Gestão de Águas: princípios e práticas**. 2ª Edição. Fortaleza: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001.

CRUZ, Jussara Cabral; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Estimativa da disponibilidade hídrica através da curva de permanência**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 13 n.1, 2007, 111-124. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/15/d10e0ca961a111adf95ca28c21078539_a24fb6762c28e81794b336c73d4e5121.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2019.

CUNHA, Sandra Baptista da; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Geomorfologia** uma atualização de bases e conceitos. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. 472 p.

MACHADO, Carlos José Saldanha (Org.). **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004. 372 p.

PRHBRA - Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Araranguá. **Relatório Etapa C: elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Araranguá**. Profill, 2015.

PERHSC - Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina. **Plano de ações do PERH/SC: objetivos, metas e ações**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS. Governo de Santa Catarina. 57p. 2017.

POLETO, C. **Bacias hidrográficas e recursos hídricos**. 1ª Ed. Rio de Janeiro. 272p. 2014.

REBOUÇAS, Aldo C. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras, 2008. 207 p.

SANTA CATARINA. Lei nº 10.949, de 09 de novembro de 1998. **Dispõe sobre a caracterização do Estado em 10 (dez) Regiões Hidrográficas**. Florianópolis, SC, 1998. Disponível em:

http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=266&idMenuPai=235. Acesso em: 25 mar. 2019.

SANTA CATARINA. Decreto nº 4.778, de outubro de 2006. **Dispõe sobre a Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, 2006. Disponível em:

<http://www.aguas.sc.gov.br/instrumentos/instrumentos-outorga-principal>. Acesso em 27 mar. 2019.

SDS, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. **Diagnóstico da disponibilidade hídrica da bacia do rio Araranguá**. Disponível em:

http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/biblioteca_visualizar_arquivos.jsp?idEmpresa=18&idPasta=489. Acesso em 26 mar. 2019.

SDS, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. Resolução CERH N°

15 de 20 de dezembro de 2016. **Dispõe sobre os critérios técnicos para a avaliação de requerimentos de outorga de captação superficial para Irrigação no Estado de Santa Catarina.** SC, 2016. Disponível em: <https://sogj8.sogj.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro1259001/resolucao%20cerh%20n%2015%20de%20%2020122016.pdf>. Acesso em 02 abr. 2019.

SDS, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. **Relatório etapa B 3 - Diagnósticos das demandas hídricas.** Porto Alegre, 2014. Disponível em : http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Ararangua/Relatorio%20B%204%20-%20Prognostico%20das%20demandas%20hidricas.pdf. Acesso em 21 abr. 2019.

SDS, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. **Relatório etapa C - Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá.** Porto Alegre, 2015. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Ararangua/Relatorio%20C%20-%20Elaboracao%20do%20Plano%20de%20Rec%20Hidricos%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Ararangua.pdf. Acesso em 24 abr 2019.

SDS, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. Recursos Hídricos de Santa Catarina. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf. Acesso em 20 set 2019.

SDS, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. Recursos Hídricos de Santa Catarina. **Relatório etapa B – atividade B3 - Diagnóstico das demandas hídricas. 2014.** Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Ararangua/Relatorio%20B%203%20-%20Diagnostico%20das%20Demandas%20hidricas.pdf

SIRHESC - Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina. Monitoramento da Qualidade das Águas. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/instrumentos/ferramentas-de-gestao/monitoramento-instrumentos>. Acesso em 24 abr. 2019.

TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação.** 2. ed. Porto Alegre. ABRH, 2002. 943 p.

TUCCI, Carlos E. M. **Regionalização de vazões.** Ed. Universidade/UFRGS, Porto Alegre, 1997. 255 p.

VILLELA, Swami Marcondes. **Hidrologia aplicada.** São Paulo: Ed. McGraw-Hill do Brasil, 1975. 237 p.

WOLFF, W. **Regionalização hidrológica do Estado de Santa Catarina: uma abordagem sazonal e geoestatística baseada em modelos.** Tese (doutorado). Universidade de São Paulo (USP). Piracicaba, São Paulo. 2017.