



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS USOS CONSUNTIVOS  
DA ÁGUA DO RIO CORRENTE (BA) NA VAZÃO DO  
RIO SÃO FRANCISCO**

POLYANA ALCÂNTARA GALVÃO DOS REIS

CRUZ DAS ALMAS, 2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS

Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS USOS CONSUNTIVOS  
DA ÁGUA DO RIO CORRENTE (BA) NA VAZÃO DO  
RIO SÃO FRANCISCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como parte  
dos requisitos para obtenção do título de Engenheira  
Sanitarista.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Andrea Souza Fontes

POLYANA ALCÂNTARA GALVÃO DOS REIS

CRUZ DAS ALMAS, 2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA

GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS USOS CONSUNTIVOS  
DA ÁGUA DO RIO CORRENTE (BA) NA VAZÃO DO  
RIO SÃO FRANCISCO**

Aprovado em: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Examinadores:

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Andrea Sousa Fontes

ASS.: \_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>o</sup> Jaildo Santos Pereira

ASS.: \_\_\_\_\_

Prof<sup>o</sup> Dr.<sup>o</sup> Jorge Luiz Rabelo

ASS.: \_\_\_\_\_

POLYANA ALCÂNTARA GALVÃO DOS REIS

CRUZ DAS ALMAS, 2016

## **DEDICATÓRIA**

*À minha amiga, confidente e mãe querida, Luzineide Alcântara Santana, que sempre me incentivou para a realização dos meus sonhos, encorajando-me ultrapassar todas as dificuldades da vida.*

*Com muito carinho e saudade, dedico ao meu pai Luiz Antônio Galvão dos Reis (in memoriam), que sempre me apoiou, mostrando-me que sou capaz de alcançar todos os meus objetivos. Sei que independente de onde estiver, está zelando por mim.*

*Essa vitória é nossa! Amo vocês!*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus Pai, pela dádiva da vida, e por nunca me deixar abater nos momentos mais difíceis.

À minha mãe que sempre esteve presente em todos os momentos da minha vida, me incentivou na continuação do curso e jamais me deixou abater diante das dificuldades. Agradeço ao meu pai “in memoriam”, que enquanto pôde estar presente na minha vida sempre me apoiou. Recordo-me das ligações desesperadas que fazia para ele nas vésperas de provas de cálculos e ele calmamente me dizia que tudo daria certo. Pai, eu sei que o senhor me guarda e quanto se orgulha por mais esta vitória em minha vida.

Agradeço aos meus irmãos pela confiança e por me presentear com sobrinhos lindos, Luiz Gustavo e Luiz Guilherme. Agradeço a toda minha família, que sempre se mostrou presente na minha trajetória, em especial a minha vó Ziza, que na ausência de meu pai, me deu todo suporte e carinho necessários.

Quero agradecer em especial ao meu marido, Jarbas Alves Fernandes, que durante esses anos de jornada acadêmica sempre me incentivou, nunca me deixou desistir, sempre me amparou nos momentos tristes, me proporcionou alegrias e caminha ao meu lado.

Agradeço aos mestres pelo conhecimento que me foi passado, em especial à minha orientadora Andrea Fontes, pela compreensão e apoio que me ajudaram nesta etapa final de graduação.

Agradeço aos funcionários da UFRB pela paciência e ajuda.

Agradeço aos meus amigos que proporcionaram uma caminhada acadêmica mais alegre com suas conversas e conselhos.

*“A água que você toca dos rios é a última daquela que se foi e a primeira daquela que vem. Assim é o tempo presente.”*

*(Leonardo da Vinci)*

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA DO RIO  
CORRENTE (BA) NA VAZÃO DO RIO SÃO FRANCISCO**

**RESUMO**

O Brasil é um país de grande disponibilidade hídrica, porém esta água é distribuída de forma heterogênea no espaço podendo gerar conflitos por seu uso. Esses conflitos se mostram mais presentes em rios que passam por regiões semiáridas, como por exemplo, o rio São Francisco, que ao chegar à Bahia recebe contribuição do rio Corrente e do rio Grande, para depois passar por regiões mais secas do estado. Pensando na importância do afluente para a manutenção da vazão do rio principal, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência dos usos consuntivos de água na bacia do rio Corrente na vazão do rio São Francisco. Com este intuito, foram coletados dados de chuva e vazão da bacia do rio Corrente, recolheram-se dados de outorga deste mesmo rio junto ao INEMA e avaliou o índice de conflito desta bacia. Para realização da análise hidrológica do rio São Francisco reuniram-se séries históricas de vazões de mais duas estações fluviométricas localizadas em sua calha. Com esses dados foi possível avaliar a importância do aquífero Urucuia para a manutenção da perenidade do rio Corrente em épocas secas, garantindo uma contribuição mensal para a calha do rio São Francisco, o crescimento das demandas na bacia do rio Corrente, reduções das vazões de referência, das curvas de permanência e dos fluxos de base nos dois rios estudados, confirmando assim, que os usos consuntivos da água do rio Corrente influenciam na vazão que chega à calha do rio São Francisco.

**Palavras-chave:** disponibilidade hídrica, rio Corrente, conflito de uso da água.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>17</b>
3.1	Disponibilidade hídrica	17
3.2	Demandas	19
3.3	Conflitos de usos da água	21
3.4	Gestão e Planejamento	23
3.4.1	Política Nacional de Recursos Hídricos	23
3.4.2	Política Estadual de Recursos Hídricos	27
<b>4</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO CORRENTE</b>	<b>29</b>
4.1	Localização	29
4.2	Municípios	29
4.3	Clima e Hidrografia	30
4.4	Geologia	31
4.5	Vegetação e ecossistema	32
4.6	Perímetros Irrigados	33
4.7	Crescimento da demanda e escassez no rio São Francisco	37
<b>5</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>39</b>
5.1	Levantamento de dados	40
5.2	Avaliação do regime hidrológico do rio Corrente	41
5.3	Avaliação da vazão outorgada na bacia do rio Corrente	42
5.4	Avaliação de alterações nas vazões de referência do rio Corrente	42
5.5	Avaliação da vazão incremental do rio São Francisco durante o período de 1977 a 2014 no trecho de estudo	43
5.6	Análise da influência dos usos da água na bacia do rio Corrente na vazão do rio São Francisco	44
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>46</b>
6.1	Regime hidrológico do rio Corrente;	46
6.2	Vazão outorgada de água superficial bacia do rio Corrente	51
6.3	Alterações nas vazões de referência do rio Corrente	53
6.4	Vazão incremental durante o período de 1977 a 2014 do rio São Francisco	61



6.5	Influência dos usos da água na bacia do rio Corrente na vazão do rio São Francisco	66
7	<b>CONCLUSÃO</b>	70
	<b>REFERÊNCIAS</b>	72
	<b>APÊNDICE: Visita ao perímetro irrigado Projeto Formoso A/H</b>	76

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 3.1: Vazões demandadas por diferentes usos nas regiões hidrográficas do Brasil.</i>	20
<i>Figura 3.2: Critérios adotados para outorga de captação de águas superficiais em alguns estados brasileiros.</i>	26
<i>Figura 4.1: Mapa de localização da Bacia do rio Corrente.</i>	29
<i>Figura 4.2: Municípios que compõem a bacia do rio Corrente.</i>	30
<i>Figura 4.3: Localização da bacia hidrográfica do rio corrente e delimitação das bacia hidrogeológicas leste e oeste de SAU</i>	32
<i>Figura 4.4: Vista da localização do Projeto Formoso A/H</i>	33
<i>Figura 4.5: Uma das comportas do canal principal do projeto Formoso A, do perímetro irrigado.</i>	35
<i>Figura 4.6: Ponto de captação de água do rio Corrente para abastecer o Projeto Formoso A</i>	35
<i>Figura 4.7: Ponto de captação de água do rio Corrente para o Projeto Formoso H.</i>	36
<i>Figura 4.8: Sistema de bombeamento do Projeto Formoso A</i>	36
<i>Figura 5.1: Esquema da metodologia para realização deste trabalho.</i>	39
<i>Figura 5.2: Localização das estações pluviométricas das cidades de Correntina (código 01344016), Jaborandi (código 01344013) e Cocos (código 01444017)</i>	40
<i>Figura 5.3: Mapa de localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.</i>	41
<i>Figura 6.1: Hietograma da cidade de Correntina.</i>	46
<i>Figura 6.2: Hietograma da cidade de Jaborandi.</i>	47
<i>Figura 6.3: Hietograma da cidade de Cocos.</i>	47
<i>Figura 6.4: Ano hidrológico da bacia do rio Corrente no período de 1977 a 2014.</i>	48
<i>Figura 6.5: Vazões médias mensais no período de 1977 a 2014 do rio Corrente das estações de código 45910001 e código 45960001</i>	49
<i>Figura 6.6: Sobreposição entre os dados de vazão da estação de código 45960001 e de dados pluviométricos da cidade de Jaborandi</i>	50
<i>Figura 6.7: Sobreposição do hietograma da cidade de Jaborandi e a curva da vazão média mensal de da estação fluviométrica 45960001 no ano de 1996.</i>	51
<i>Figura 6.8: Pontos de outorga na calha do rio Corrente.</i>	52
<i>Figura 6.9: Distribuição dos pivôs centrais em 2013 na calha do rio Corrente.</i>	52
<i>Figura 6.10: Mudança de comportamento das vazões do rio Corrente ao longo do período estudado.</i>	55
<i>Figura 6.11: Comportamento temporal da vazão mínima de sete dias para os anos estudados.</i>	56
<i>Figura 6.12: Curva de permanência da estação fluviométrica 45910001.</i>	56

<i>Figura 6.13: Curva de permanência da estação fluviométrica 45960001</i>	57
<i>Figura 6.14: Gráfico elaborado pelo IHA das vazões médias diárias da estação fluviométrica 45910001 em dois períodos.</i>	58
<i>Figura 6.15: Gráfico elaborado pelo IHA das vazões médias diárias da estação fluviométrica 45960001 em dois períodos.</i>	59
<i>Figura 6.16: Vazão mínima de sete dias entre o período de 1977 a 1998 e de 1999 a 2014.</i>	60
<i>Figura 6.17: Vazão incremental das estações 45910001 e 45960001.</i>	61
<i>Figura 6.18: Gráfico elaborado pelo IHA das vazões médias diárias da estação fluviométrica 45480000 em dois períodos.</i>	62
<i>Figura 6.19: Gráfico elaborado pelo IHA das vazões médias diárias da estação fluviométrica 46035000 em dois períodos.</i>	62
<i>Figura 6.20: Curva de permanência das vazões médias diária das estações fluviométricas 45480000 e 46035000 no período de 1977 a 1998.</i>	63
<i>Figura 6.21: Curva de permanência das vazões médias diária das estações fluviométricas 45480000 e 46035000 no período de 1999 a 2015.</i>	63
<i>Figura 6.22: Curva de permanência da vazão incremental das estações 45480000 e 46035000.</i>	64
<i>Figura 6.23: Pontos de outorga de água na calha do rio São Francisco entre as estações 45480000 e 46035000.</i>	66
<i>Figura 6.24: Comparação entre a diferença das vazões 45480000 e 46035000, e a vazão da estação 45960001, em m<sup>3</sup>/s.</i>	67

## LISTA DE TABELA

<i>Tabela 6.1: Demandas nos principais afluentes do rio Corrente nos anos de 2012 e 2015.</i>	53
<i>Tabela 6.2: Comparação das <math>Q_{90}</math> em dois períodos nas diferentes estações estudadas.</i>	57
<i>Tabela 6.3: Vazão mínima de 7 dias das estações fluviométricas e o fluxo de base em dois períodos.</i>	59
<i>Tabela 6.4: Vazões mínimas e percentagem da redução das vazões mínimas das estações fluviométricas de código 45480000 e 46035000 em dois períodos.</i>	65
<i>Tabela 6.5: Comparação das <math>Q_{90}</math> em dois períodos nas diferentes estações estudadas e na vazão incremental.</i>	65
<i>Tabela 6.6: Tabela do icg e icp das estações fluviométricas estudadas.</i>	68

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>BA</b>	Bahia
<b>CGH</b>	Central Geradora Hidrelétrica
<b>CODEVASF</b>	Conselho de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Paranaíba
<b>CONERH</b>	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
<b>EMBRAPA</b>	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética
<b>ETP</b>	Evapotranspiração Potencial
<b>HIDROWEB</b>	Sistema de Informações Hidrológicas
<b>IHA</b>	Indicators of Hydrological Alteration
<b>INEMA</b>	Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
<b>PCH</b>	Pequenas Centrais Hidrelétricas
<b>PERH</b>	Política Estadual de Recursos Hídricos
<b>PNRH</b>	Plano Nacional de Recursos Hídricos
<b>RPGA</b>	Região de Planejamento e Gestão das Águas
<b>SAU</b>	Sistema Aquífero Urucuia
<b>SECULT</b>	Secretaria de Cultura do Estado da Bahia
<b>SEIA</b>	Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos
<b>SIGO</b>	Sistema de Gerenciamento de Outorgas
<b>SINGREH</b>	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
<b>SRH</b>	Superintendência de Recursos Hídricos
<b>ONS</b>	Operador Nacional do Sistema Elétrico

# 1 INTRODUÇÃO

O conflito de uso da água em uma bacia hidrográfica aparece em situações onde há alta demanda e baixa disponibilidade hídrica. Pensando em bacia como unidade geográfica de implementação das Políticas de Recursos Hídricos, são encontrados diferentes agentes que necessitam da água para consumo próprio e para o desenvolvimento econômico de suas atividades. Em situações onde os conflitos se mostram intensos, cabe uma eficaz Gestão de Recursos Hídricos dentro desta bacia, para garantir o uso da água de forma racional.

A bacia hidrográfica é conceituada como sendo uma área delimitada topograficamente, drenada por um rio ou por um sistema interligado de cursos d'água. A hidrografia da bacia é formada por vários rios tributários, distribuídos durante todo o curso d'água do rio principal. Esses afluentes são de grande importância para a manutenção e perenidade dos grandes rios, principalmente após passarem por regiões mais secas. Apesar de o Brasil ser considerado um país com alta disponibilidade de água, há conflitos em recursos hídricos devido às diferenças regionais (RUFINO; VIEIRA; RIBEIRO, 2006).

O aumento da demanda hídrica com crescimento demográfico, desenvolvimento econômico e industrial, associado à gestão ineficiente da água, tem gerado conflitos de uso e alocação da água, principalmente em bacias hidrográficas que pertencem a duas ou mais unidades políticas (RUFINO; VIEIRA; RIBEIRO, 2006). No Brasil, estes conflitos também acontecem com os rios que atravessam a região semiárida, com constantes relatos de dificuldades de atendimento às demandas locais.

Nesse contexto se destaca o Rio São Francisco, que é o maior rio totalmente brasileiro, ele nasce no estado de Minas Gerais e ao chegar à Bahia, recebe contribuição de água pela bacia do rio Corrente e do rio Grande para em seguida passar por uma região mais seca, não recebendo reforços hídricos representativos no decorrer de sua extensão.

Cabe ressaltar que a bacia do rio Corrente e a bacia do rio Grande estão localizadas em uma área abastecida pelo aquífero Urucuia que mantém a vazão superficial dos rios perenes. Este aquífero tem sido muito explorado na região oeste da Bahia pela expansão agro-industrial (BOMFIM; GOMES, 2008)

A Bahia apresentou no período de 1996-1998 um crescimento de área irrigada relativo de 19,74%, o equivalente a um acréscimo de 27.730,00 ha, devido aos investimentos financeiros em tecnologias de irrigação, como os pivôs centrais (HEINZE, 2002).

O desenvolvimento das atividades agropecuária e industriais está ocorrendo sem planejamento e controle do uso e ocupação dos recursos naturais por parte dos órgãos do Governo. Fica evidente na área dos chapadões do oeste baiano o desmatamento indiscriminado de grandes áreas do cerrado, entre outros que ocorrem de forma mais lenta, porém de forma nociva como é o caso da erosão laminar dos solos, voçorocas, assoreamento de canais de drenagem e leito dos rios, alterações de regime hidrológico e das sub-bacias (BAHIA, 2010).

Visto isso, surge a preocupação em saber quais são as demandas e de que forma as retiradas de água do rio Corrente, estão afetando a vazão que chega na calha do rio São Francisco. Neste contexto, o presente trabalho tenta contribuir com o conhecimento da relevância de estudos em rios afluentes para embasar as Políticas de Recursos Hídricos Nacional e Estadual.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência dos usos consuntivos da água na bacia do rio Corrente na vazão do rio São Francisco.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Caracterizar o regime hidrológico do rio Corrente;
- Caracterizar as demandas de uso da água na bacia do rio Corrente;
- Verificar alterações nas vazões de referência do rio Corrente antes e depois da implantação de grandes projetos de irrigação;
- Caracterizar a contribuição do rio Corrente na vazão do rio São Francisco antes e depois da implantação de grandes projetos de irrigação.



### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Disponibilidade hídrica

A disponibilidade hídrica de uma bacia hidrográfica possui diferentes conceitos e seu conhecimento auxilia na gestão dos recursos hídricos subsidiando o planejamento de políticas públicas. Através do estudo desta disponibilidade torna-se possível identificar e reduzir conflitos advindos dos usos múltiplos da água.

Segundo Branco (2006) disponibilidade hídrica é definida como uma comparação entre as contribuições líquidas nos rios da bacia estudada e a demanda atual e projetada.

Essa disponibilidade pode ainda ser definida como aquela parcela utilizada pela sociedade no intuito de seu desenvolvimento, sem comprometer o meio ambiente aquático, e, além disso, caracterizada por condicionantes de variabilidade no tempo e no espaço e não estar limitada ao uso consuntivo (CRUZ; TUCCI, 2008).

A comparação entre as entradas e saídas de água em uma bacia hidrográfica define o balanço hídrico. Esta quantificação reflete a disponibilidade de água, exigindo então, que seja satisfeita a Equação 1 (COLLISCHONN; TASSI, 2008):

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} = P - E - Q \quad (1)$$

Onde  $\Delta V$  é a variação do volume de água armazenada na bacia em  $m^3$ ,  $\Delta t$  é o intervalo do tempo em segundos,  $P$  é a precipitação ( $m^3s^{-1}$ ),  $E$  é a evapotranspiração ( $m^3s^{-1}$ ) e  $Q$  é o escoamento ( $m^3s^{-1}$ ).

A disponibilidade hídrica está, então, intimamente ligada com a variabilidade hídrica. Esta variabilidade hídrica é influenciada de forma direta e indireta por fatores naturais e antrópicos de uma bacia hidrográfica, como o clima, a vegetação, o relevo, presença de barramentos e a forma de ocupação do solo.

Com relação ao clima, a variabilidade hídrica acompanha as estações secas e chuvosas. Segundo Ferreira (2006), no Brasil essas duas estações são bem marcantes, apresentando seis meses mais áridos e seis meses mais chuvosos. Para atendimento das demandas de uso da água de uma região, conta-se com

disponibilidades hídricas superficiais (rios e lagos) e subterrâneas (aquíferos), além da possibilidade de captação direta das águas pluviais.

No contexto de disponibilidade hídrica superficial de uma região, se destaca a geração do escoamento nos rios que depende das características físicas da sua bacia hidrográfica.

Cada bacia hídrica hidrográfica possui suas características peculiares, influenciadas pelo o ciclo anual das chuvas e de vazões, e a variação interanual do clima (MARENGO, 2008). A vegetação e o tipo de solo da bacia influenciam na infiltração e presença da água no solo. A infiltração é importante para o crescimento da vegetação, para o abastecimento dos aquíferos, para reduzir o escoamento superficial e para abastecer o fluxo dos rios no período de estiagem. As características do solo e a forma com que a água se move e se armazena, depende das propriedades das partículas que o compõe (COLLISCHONN; TASSI, 2008). Dessa forma a vazão presente em um rio vai depender da contribuição produzida na sua área de drenagem, da vazão dos seus afluentes e da recarga de água pelos lençóis freáticos.

Diante dessas premissas para a geração do escoamento em uma bacia hidrográfica, qualquer modificação imposta na área da bacia hidrográfica vai interferir na disponibilidade hídrica local. Vanzela (2010) exemplifica essa situação com o contexto do desenvolvimento agrícola, quando, devido ao desmatamento intensificado para dar lugar a grandes monoculturas, os solos ficam expostos a chuva e ao vento, provocando carreamento de grandes quantidades deste meio físico, matéria orgânica e insumos agrícolas para o leito dos cursos d'água no período chuvoso colaborando para o aumento de concentração de sólidos e nutrientes na água dos mananciais. Este impacto causa assoreamento que, além de modificar e deteriorar a qualidade da água e o meio biótico diminui a velocidade do escoamento na calha do rio, o que reduz a disponibilidade hídrica a jusante.

Ainda sobre alterações na geração do escoamento, é importante ressaltar o uso indiscriminado da água subterrânea e a construção desordenada de açudes, que retêm e armazenam o decorrente da precipitação pluviométrica, podendo afetar o ciclo hidrológico (GALVÍNCIO, 2006).

## 3.2 Demandas

Os usos dos recursos hídricos podem ser diversos, subdividindo-se em consuntivos e não-consuntivos. Os principais usos consuntivos são: abastecimento humano, dessedentação de animais, indústria e irrigação. No Brasil, no ano de 2010 as demandas consuntivas foram de 2.373 m<sup>3</sup>/s, sendo 1.270 m<sup>3</sup>/s (54% do total) utilizada para irrigação (ANA, 2013a).

Segundo ANA (2013a) O abastecimento humano urbano e rural no Brasil, totalizou no ano de 2010 uma vazão retirada de 556,2 m<sup>3</sup>/s, não se mostrando tão representativa, comparando-se com a irrigação. Em termos globais, o abastecimento rural foi o único que apresentou ligeira queda em comparação dos anos de 2006 a 2010. Este uso limita-se atualmente pela degradação da qualidade ambiental das águas superficiais e subterrâneas (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO, 2000).

A dessedentação de animais é muito expressiva na região Centro-Oeste do Brasil, onde cerca de 93% da água destinada para dessedentação de animais vai para os rebanhos de gado bovino. Os principais impactos ambientais causados pelos rebanhos são: erosão do solo, carga dos resíduos orgânicos do rebanho, gases no efeito estufa. A demanda animal normalmente é inferior à demanda humana, em regiões castigadas pela seca, como a região Nordeste, devido à falta de água por uma grande quantidade de tempo compromete a sustentabilidade de rebanhos animais (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO, 2000).

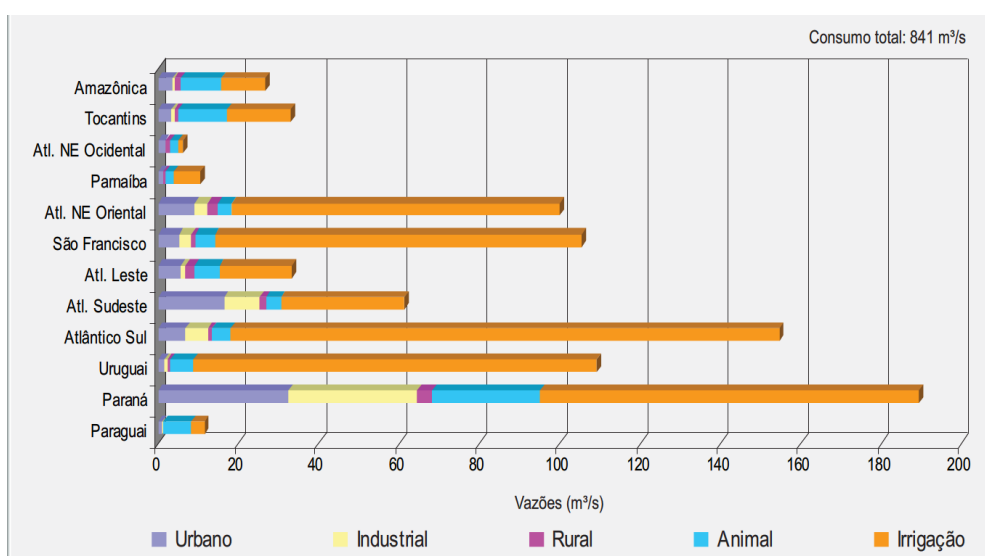
A demanda industrial é a segunda maior demanda de recursos hídricos no Brasil, perdendo apenas para a irrigação. Por se tratarem das regiões mais industrializadas, as regiões Sudeste e Sul, são as que mais solicitam água para este fim. No que se refere a demanda para irrigação, nas regiões mais desenvolvidas do país, a que predomina é a irrigação privada, como a plantação de cereais. Já no Nordeste o que prevalece são os investimentos em empreendimentos públicos com a aplicação em culturas como feijão e milho que não apresentam resultado econômico. Este fato tem levado ao desenvolvimento de fruticultura próxima a rios perenes, com grande disponibilidade de água como o rio São Francisco (TUCCI; HESPANHOL; CORDEIRO, 2000).

Para a correta estimativa da quantidade de água que será utilizada na irrigação, é necessário saber o tipo de cultura, o tamanho da área irrigada, a

quantidade de água disponível naturalmente por meio da precipitação, a quantidade perdida pela evapotranspiração e as perdas envolvidas na irrigação, vale ressaltar que essa demanda de água varia com a aptidão agrícola da região. Esses fatores mostram que a quantidade de água utilizada, para ser determinada, deve ter monitoramento contínuo.

Pela análise da Figura 3.1, percebe-se o grande consumo de água pela irrigação, tendo como exceção as regiões hidrográficas do Atlântico Nordeste Ocidental e Paraguai, onde predomina grandes pastagens (ANA, 2007).

Figura 3.1: Vazões demandadas por diferentes usos nas regiões hidrográficas do Brasil.



Fonte: ANA (2007)

Colocando em questão os usos não-consuntivos, ou seja, aqueles que não retiram água do manancial, os principais são: geração hidrelétrica, navegação, aquicultura, lazer, diluição de efluentes, controle de cheias e manutenção do ecossistema.

Segundo a EPE (2014), as usinas hidrelétricas representam 62,8% na participação da energia elétrica no Brasil, sendo que ainda existem as PCHs e as CGHs representando respectivamente 3,6% e 0,2% de participação na geração de energia elétrica no país. Esses valores representam que 66,6% da energia do Brasil em 2014, teve origem pela força da água.

Com relação à navegação, importante uso não-consuntivo para escoamento de mercadoria e transporte de pessoas, tem-se que conforme o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil, o país conta com 28.834 km de rios que

são navegáveis, dos quais apenas 7% estão na bacia do rio São Francisco, evidenciando a baixa exploração do potencial navegável da bacia (MENDES, 2012).

Outro importante uso não-consuntivo é o controle de cheias, na Bahia há vários exemplos deste tipo de demanda, como por exemplo, a barragem de Pedra do Cavalo, localizada no Recôncavo da Bahia, nas proximidades da cidade de Cachoeira e São Félix. . Na bacia do São Francisco os reservatórios que realizam esta função são o de Queimado, de Três Marias, de Sobradinho e de Itaparica, todos operados pelo setor elétrico (MENDES, 2012).

A manutenção do ecossistema é uma demanda hídrica não consuntiva que visa à preservação da biodiversidade no decorrer da extensão do rio. A água é um recurso essencial para um equilíbrio no meio ambiente, apesar das intervenções antrópicas como barramentos e grandes retiradas, é de extrema importância que se mantenha uma proporcionalidade e sazonalidade da vazão que chega a montante e que sai a jusante de uma determinada seção do rio (MENDES, 2012).

Na questão do lazer, a maior parte dos pontos turísticos, que possuem algum corpo hídrico, é utilizada como forma de recreação (PARANÁ, 2011). A fim de manter esse tipo de atividade é necessária à conscientização da população sobre a preservação deste recurso natural que gera receita para a comunidade e para o município através do turismo.

### **3.3 Conflitos de usos da água**

Segundo Vieira apud HOMER-DIXON (2008) o conflito de usos da água se dá devido a escassez qualitativa ou quantitativa desse recurso, impedindo a sua alocação igualitária entre os diversos usos.

Os conflitos de uso da água já são bem antigos, datam 2500 a.C., mas somente na metade do século XX os conflitos passaram a ter maior relevância, com a sua resolução se constituindo em parte essencial da gestão hídrica, observando um aumento considerável a partir de 1950 (VIEIRA, 2008).

Apesar de o Brasil ser um país de grande disponibilidade hídrica, é possível encontrar conflitos em bacias estaduais, devido as disparidades regionais provocadas pela distribuição espacial e temporal heterogênea, como é o caso da

região Nordeste, que possui baixo índice pluviométrico e a consequente dificuldade de acesso aos recursos hídricos (RUFINO; VIEIRA; RIBEIRO, 2006).

No Brasil os conflitos ainda não mostraram sua face mais crítica, envolvendo disputas violentas de água em nível nacional, mas se sabe que os conflitos estão ligados à dinâmica econômica do país, como o uso intensivo de água para a irrigação (LEITE et al., 2010).

Um aspecto que deve ser considerado ao pensar em conflito é a ocupação desordenada do território, pois este fato tem gerado conflitos pelo uso da água devido ao detrimento da qualidade da água necessária para atender determinados usos (ANA, 2007).

Os conflitos podem ser escalonados em três faixas: 1-Tensões, desacordo entre interesses e posições com desejo de encontrar uma solução aceitável para todas as partes; 2- Conflitos, envolve um nível de emoção mais alto menos frequente e mais litigiosa; 3- Conflitos intratáveis, em que as partes se colocam em posições irreconciliáveis (VIEIRA, 2008).

Para a classificação dos conflitos podem ser considerados os reflexos de mudanças ambientais, que se encaixam o conflito de escassez simples, conflito de identidade e conflito de privação relativa. Ao se pensar nos usos da água, o conflito pode ser de destinação de uso, de disponibilidade qualitativa, de disponibilidade quantitativa. Com relação ao tipo de escassez de recursos, se apresentam o conflito de primeira ordem e conflito de segunda ordem. Se referente ao estágio da gestão hídrica, os conflitos podem ser: conflito de gestão da oferta e conflito de gestão da demanda. Por fim, pensando na estrutura institucional de recursos hídricos, os tipos de conflitos são os legais, políticos e organizacionais (VIEIRA, 2008).

Em regiões onde o conflito de uso da água já é estabelecido, é de extrema importância conhecer as disponibilidades hídricas para que seja possível harmonizar os diversos usos e reduzir os embates pela água (BRANCO, 2006).

Como forma de solução para conflitos, o estabelecimento de acordos é uma das soluções mais eficazes para problemas relacionados aos recursos hídricos, porém é dificultado pela divergência de interesses das partes envolvidas, fazendo-se necessário o uso de ferramentas de apoio à tomada de decisão (RUFINO; VIEIRA; RIBEIRO, 2006).

Em situações de conflitos, a alocação é um mecanismo que auxilia os instrumentos de gestão dos recursos hídricos, é uma questão de escolha de qual deve ser a divisão entre diferentes agentes da água disponível, sendo um campo de aplicação de ciências econômicas, visando conservar o sistema hídrico em sua totalidade (ARAÚJO, 2012). Essa abordagem mostra a importância de uma Gestão e Planejamento eficientes para resolução dos conflitos.

### **3.4 Gestão e Planejamento**

#### **3.4.1 Política Nacional de Recursos Hídricos**

Diante da reflexão sobre o meio ambiente nasce a ideia de gestão de recursos hídricos, cujo intuito é gerenciar e planejar ações visando garantir o fornecimento de água para o atendimento dos usos múltiplos. Dessa forma, em 08 de janeiro de 1997 foi sancionada a Lei nº 9.433/97 também conhecida como a Lei das Águas que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Esta lei baseia-se em fundamentos que dizem que a água é um bem de domínio público, limitado e dotado de valor econômico, e em casos de escassez deve-se dar prioridade ao abastecimento humano e dessedentação de animais.

A PNRH tem como objetivo assegurar que os recursos hídricos sejam utilizados de forma consciente e integrada, visando o desenvolvimento sustentável, a disponibilidade de água para as futuras gerações em padrões de qualidade e quantidades adequados, a prevenção e defesa contra eventos hidrológicos críticos naturais ou causado pelo mau uso dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

A Lei das Águas define bacia hidrográfica como sendo a unidade territorial onde será implantada a PNRH e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). A bacia hidrográfica é tratada como um sistema fechado devido ao fato das atividades exercidas a montante influenciarem no comportamento da bacia a jusante. (BRASIL, 1997).

No ano de 2000, a Agência Nacional de Águas foi criada pela Lei 9.984 para integrar o SINGREH. Esta entidade federal proporcionou uma grande articulação entre as instituições já existentes, cabendo-lhe outorgar, fiscalizar os recursos

hídricos, apoiar e estimular a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica, entre outras providências (BRASIL, 2000).

Para uma eficiente administração, a gestão das águas acontece de forma descentralizada, com participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. A descentralização da Política Nacional de Recursos Hídricos permitiu a participação do Poder Público, dos usuários e da comunidade civil, com intuito de tomar decisões igualitárias, que atendessem a todas as demandas sem prejudicar os recursos naturais.

A ideia de integração entre os agentes participantes das bacias hidrográficas surgiu com o objetivo de promover a recuperação ambiental dos rios, apresentou-se como uma atitude inovadora e que previa um plenário de entidades, em que a sociedade civil é convidada a tomar decisões. Atualmente, participam dos comitês de bacias membros dos diversos níveis de governo, dos agentes privados e da sociedade civil. A integração se dará quando a decisão tomada contemplará os múltiplos aspectos da gestão das águas (PORTO; PORTO, 2008).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, definida na Lei 9433 de 1997 dispõe de cinco instrumentos para assegurar a gestão dos recursos hídricos, são: os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento das águas, a outorga, a cobrança pelo uso da água e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Os Planos de Recursos Hídricos visam fundamentar e orientar a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento das águas, eles possuem a característica de ser de longo prazo e devem ter em seu conteúdo o diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos, análise de alternativas de crescimento demográfico, crescimento de atividades produtivas e uso e ocupação do solo. O plano deve conter o balanço hídrico e possíveis demandas futuras, a fim de prever metas e medidas para aumentar a quantidade e qualidade da água disponível (BRASIL, 1997).

Estes planos devem definir prioridade para outorga de direito de uso de recursos hídricos, conter os critérios e diretrizes para cobrança e devem ser elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o país (BRASIL, 1997).

O enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo os usos preponderantes, visa garantir a qualidade da água conforme seus destinos e através



de ações preventivas permanentes diminuirão gastos com combate à poluição (BRASIL, 1997).

A cobrança aparece como instrumento da Política de Recursos Hídricos com objetivo de racionalizar o uso da água e dar estímulo a não poluir, ela ainda permite a contribuição de recursos financeiros para custear o programa de investimentos da bacia (PEREIRA; JOHNSON, 2005).

O instrumento que disponibiliza informações sobre disponibilidade de água em quantidade e qualidade, é o Sistema de Informações. Estes dados serão incorporadas ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos e fornece dados para a formação dos Planos de recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

O último instrumento da PNRH é a outorga, trata-se um ato administrativo que permite ao requerente o direito de utilizar a água para um determinado fim, e é a União, estado ou Distrito Federal que faculta o direito de uso ao outorgado (SEIA, 2015).

A outorga é estabelecida no inciso III, do art. 5º na Lei Federal nº 9.433/97, e tem como objetivo principal, garantir o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos (ANA, 2015).

Em rios perenes, a outorga geralmente é feita com base na vazão mínima, no estado da Bahia, por exemplo, a vazão máxima outorgável é 80% da  $Q_{90}$  para captações em lagos ou barramentos perenes (ANA, 2011).

A outorga auxilia a Política de Recursos Hídricos para decidir a alocação das águas. Este instrumento trabalha com vazões mínimas para se referenciar, porém esses valores de vazão mudam ao longo do tempo devido a diversos fatores como chuva e uso e ocupação do solo. Em contradição a outorga mantém valores fixos no decorrer dos anos, como pode ser visto na Figura 3.2.

Figura 3.2: Critérios adotados para outorga de captação de águas superficiais em alguns estados brasileiros.

Órgão gestor	Vazão máxima outorgável	Legislação referente à vazão máxima outorgável
<b>ANA</b>	70% da $Q_{95}$ podendo variar em função das peculiaridades de cada região. Até 20% para cada usuário	Não existe, em função das peculiaridades do país, podendo variar o critério
<b>Inema-BA</b>	80% da $Q_{90}$ . Até 20% para cada usuário	Decreto Estadual nº 6.296/1997
<b>SRH-CE</b>	90% da $Q_{90}$ reg	Decreto Estadual nº 23.067/1994
<b>Semarh-GO</b>	70% da $Q_{95}$	Não possui legislação específica
<b>Igam-MG</b>	30% da $Q_{7,10}$ para captações a fio d'água e em reservatórios, podem ser liberadas vazões superiores, mantendo o mínimo residual de 70% da $Q_{7,10}$ durante todo o tempo	Portarias do Igam nº 010/1998 e 007/1999
<b>Aesa-PB</b>	90% da $Q_{90}$ reg. Em lagos territoriais, o limite outorgável é reduzido em 1/3	Decreto Estadual nº 19.260/1997
<b>Ipáguas-PR</b>	50% da $Q_{95}$	Decreto Estadual nº 4.646/2001
<b>Apac-PE</b>	Depende do risco que o requerente pode assumir	Não existe legislação específica
<b>Semar-PI</b>	80% da $Q_{95}$ (rios) e 80% da $Q_{90}$ reg (açudes)	Não existe legislação específica
<b>Igam-RN</b>	90% da $Q_{90}$ reg	Decreto Estadual nº 13.283/1997
<b>DAEE-SP</b>	50% da $Q_{7,10}$ por bacia. Até 20% da $Q_{7,10}$ para cada usuário	Não existe legislação específica
<b>Semarh-SE</b>	100% da $Q_{90}$ . Até 30% da $Q_{90}$ para cada usuário	Não existe legislação específica
<b>Naturatins-TO</b>	75% $Q_{90}$ por bacia. Até 25% da $Q_{90}$ para cada usuário. Para barragens de regularização, 75% da vazão de referência adotada	Decreto estadual aprovado pela Câmara de outorga do Conselho Estadual de Recursos Hídricos

Fonte: ANA (2011)

Desta forma a maior parte dos estados listados na utiliza como a vazão de referência a  $Q_{90}$  para os rios perenes.

Em corpos hídricos de domínio da União, de acordo como inciso IV, do art. 4º da Lei Federal nº 9.984/00, compete à Agência Nacional de Águas, outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso dos recursos hídricos. Já nos rios de domínio estadual, cabe ao órgão gestor de recursos hídricos do estado controlar os usos (SEIA, 2015).

Estão sujeitos à outorga pelo Poder Público, de acordo com o artigo 12 da Lei nº 9.433/97, as atividades que derivam ou captam uma parcela da água existente em um corpo hídrico para consumo final, extração de água de aquífero subterrâneo, lançamento de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não tratados, com intuito de diluição, aproveitamento dos potenciais hidrelétricos e outros

usos que alterem o regime, quantidade ou qualidade da água existente no corpo de água (ANA, 2013b).

Há também as atividades que independem da outorga do poder público são elas: o uso de água para atender as necessidades de pequenas populações distribuídas no meio rural, as derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes e por fim as acumulações de volumes de água consideradas insignificante (BRASIL, 1997).

### **3.4.2 Política Estadual de Recursos Hídricos**

Na Bahia, a Política de Recursos Hídricos começou a ser formulada em 1995 com a criação da Superintendência de Recursos Hídricos (SRH/BA). No decorrer dos dez primeiros anos esta política sofreu várias alterações até que em 2009, a edição da Lei nº 11.612 conclui o processo de reorganização do sistema de gerenciamento de recursos hídricos da Bahia, permitindo uma participação mais ampla dos usuários e da sociedade civil (MATOS; PEREIRA, 2012).

A Lei 11.612/09 sofreu duas mudanças que promoveram algumas alterações no Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bahia, criando a Lei 12.035 em 2010 que em seguida foi modificada pela Lei 12.377 de 2011.

Como instrumentos, a Política Estadual de Recursos Hídricos conta como Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), os Planos de Bacias Hidrográficas, o enquadramento dos corpos hídricos, a outorga, a cobrança de uso da água, o Sistema Estadual de Informações Ambientais e de Recursos Hídricos (SEIA, 2015), a qualidade e o monitoramento de recursos hídricos, fiscalização do uso de recursos hídricos e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos da Bahia.

Na Bahia, o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Bahia (INEMA) é o órgão executor da Política Estadual de Recursos Hídricos, responsável por outorgar o uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos do estado, a outorga é emitida na modalidade de autorização, cuja sua implementação está prevista nas Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos, a Lei 9.433/97 e a Lei Estadual 11.612/09, respectivamente. Em situações de desastre que podem atingir toda população, a outorga de uso da água poderá ser revisada, podendo ser suspensão parcial ou totalmente (SEIA, 2015).

A Lei Estadual de Recursos Hídricos da Bahia aponta que no ato da emissão de outorga deve constar a finalidade, o prazo de vigência, a vazão máxima outorgada, o seu regime de variação, o período em que a água será bombeada, e caso o corpo hídrico seja utilizado para diluição de efluentes, qual o seu parâmetro de qualidade. Consta ainda na lei, que o período de outorga não deverá exceder trinta e cinco anos, sendo possível sua renovação estabelecida pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (BAHIA, 2009).

Para os usos insignificantes, ou seja, aquelas que mesmo consumindo água não causa alterações mensuráveis na quantidade, qualidade ou regime no curso d'água, estão dispensados de outorga, mesmo assim, deverão estar cadastradas junto ao INEMA e estarão sujeitas a fiscalização (BAHIA, 2009).

No estado da Bahia, os usos considerados insignificantes são: as derivações e captações em corpos de águas superficiais, por usuário em um mesmo corpo de água, cujas vazões captadas sejam iguais ou inferiores a 0,5 l/s, limitadas a um volume máximo diário de 43.200 litros e as acumulações superficiais, por usuário em um mesmo curso de água, com volume máximo de 200.000 m<sup>3</sup> (BAHIA, 2015).

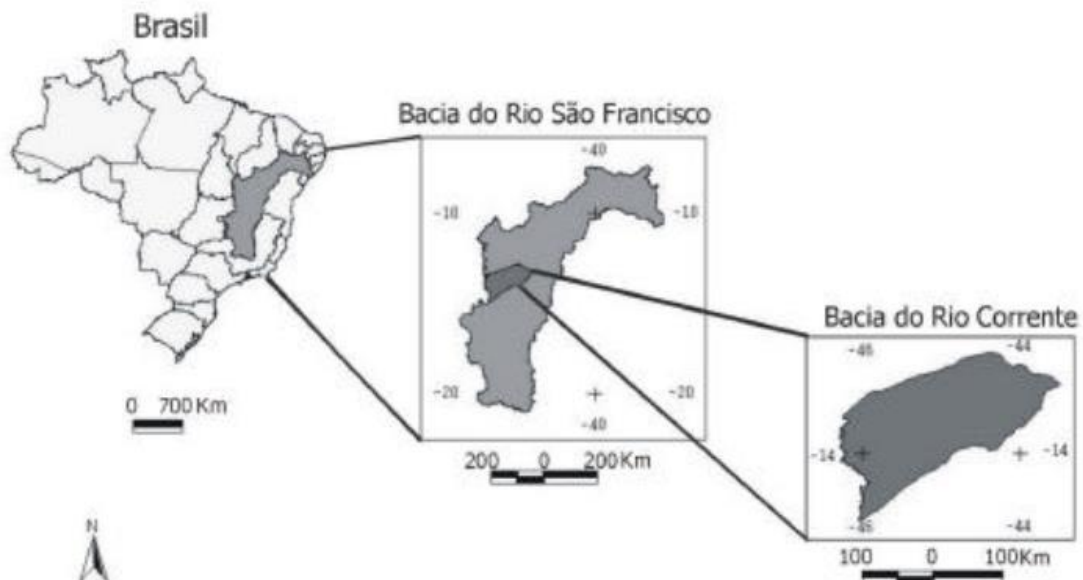
A disponibilidade hídrica natural de uma bacia pode ser avaliada pela análise das vazões mínimas, caracterizada pela sua frequência e duração refletindo na disponibilidade da água para os diversos usos.

## 4 CARACTERIZAÇÃO DA BACIA DO RIO CORRENTE

### 4.1 Localização

A bacia do rio Corrente está localizada na margem esquerda do rio São Francisco, na região do Médio São Francisco, no oeste do estado da Bahia entre as coordenadas 12°45' e 14°50' S e 43°20' e 46°15' W (KLEN et al., 2011). Limita-se ao Sul com a bacia do Rio Carinhanha e ao Norte com a bacia do Rio Grande, está na divisa dos estados da Bahia e Tocantins e é o vigésimo terceiro território de identidade do estado da Bahia (BAHIA, 2010)

Figura 4.1: Mapa de localização da Bacia do rio Corrente.

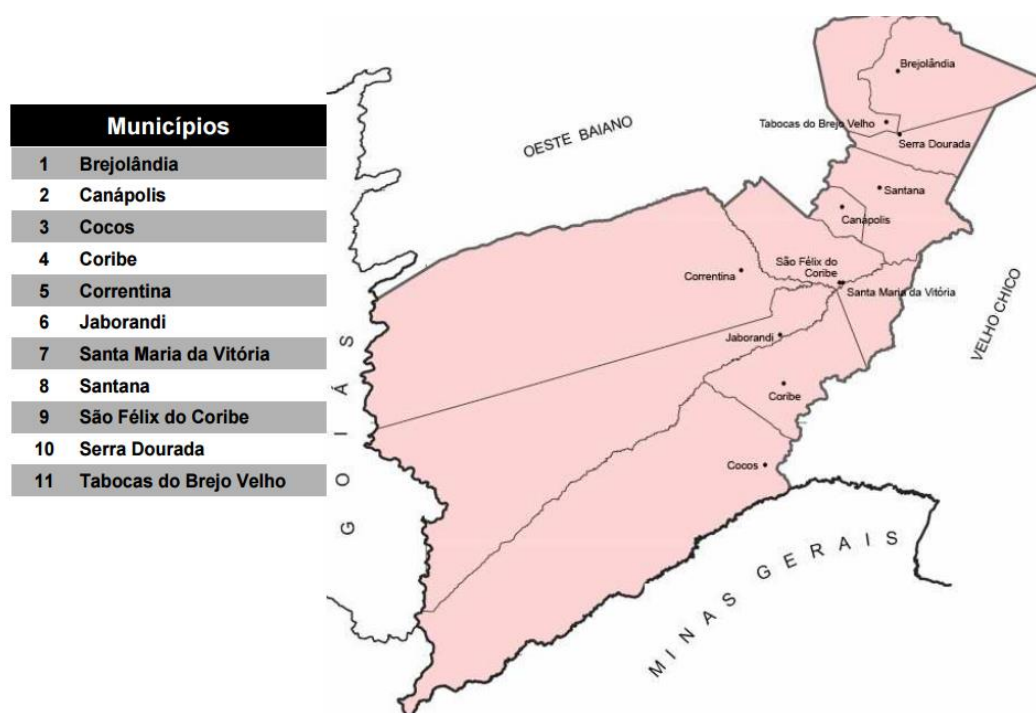


Fonte: Klen et al. (2011)

### 4.2 Municípios

É formada por onze municípios sendo eles: Santa Maria da Vitória, Brejolândia, Canápolis, Cocos, Coribe, Correntina, Jaborandi, Santana, São Felix do Coribe, Serra Dourada e Tabocas do Brejo Velho (Figura 4.2), com área territorial total de 43.613,7 km<sup>2</sup>, o equivalente a 8% do território baiano, e com uma população total de 200.688 de habitantes (BAHIA, 2010).

Figura 4.2: Municípios que compõem a bacia do rio Corrente.



Fonte: SECULT ( 2009)

### 4.3 Clima e Hidrografia

O clima da bacia é seco, subúmido e semiárido, apresenta duas estações marcantes, uma chuvosa, que ocorre entre os meses de outubro e março, e outra estação de seca, durante os outros meses do ano. Possui uma pluviosidade média variando entre 500 a 1200 mm por ano, podendo sofrer variações devido a irregularidade das chuvas (BAHIA, 2010).

A temperatura média da região é de 24°C, com uma umidade na ordem de 70% e valores de evapotranspiração potencial (ETP) variando na média de 1600 mm/ano, sendo mais intensa nos meses de dezembro a março. Possui baixa nebulosidade, em torno de 4,5 em uma escala de zero a dez. A velocidade dos ventos é baixa, com média anual de 2,2 m/s e na época seca do ano constata-se ventos alísios de SE. A pressão atmosférica é um fator sem grandes oscilações, aproximando-se as médias anuais das estações meteorológicas de Barreiras e Correntina: 960,7 mb e 937 mb, respectivamente (CAMPOS; OLIVEIRA, 2005).

A bacia do rio Corrente faz parte da bacia do rio São Francisco, representada pela RPGA XXIV (INEMA, 2015). Encontra-se totalmente inserida na Bahia, sendo assim, seu rio principal de dominialidade do estado.

Por estar localizada em um ponto estratégico, a bacia do rio Corrente vem sofrendo grandes pressões de demanda da água. Devido ao seu clima, suas condições pedológicas e topográficas a região proporcionou o desenvolvimento de lavouras irrigadas, sobressaindo-se economicamente no país pelo ponto de vista agrícola (BAHIA, 2010).

Os afluentes dessa bacia apresentam grande disponibilidade hídrica devido à concentração de chuvas do lado oeste e por conta do aquífero Urucuia, que mantém os rios perenes durante todo ano (CAMPOS; OLIVEIRA, 2005).

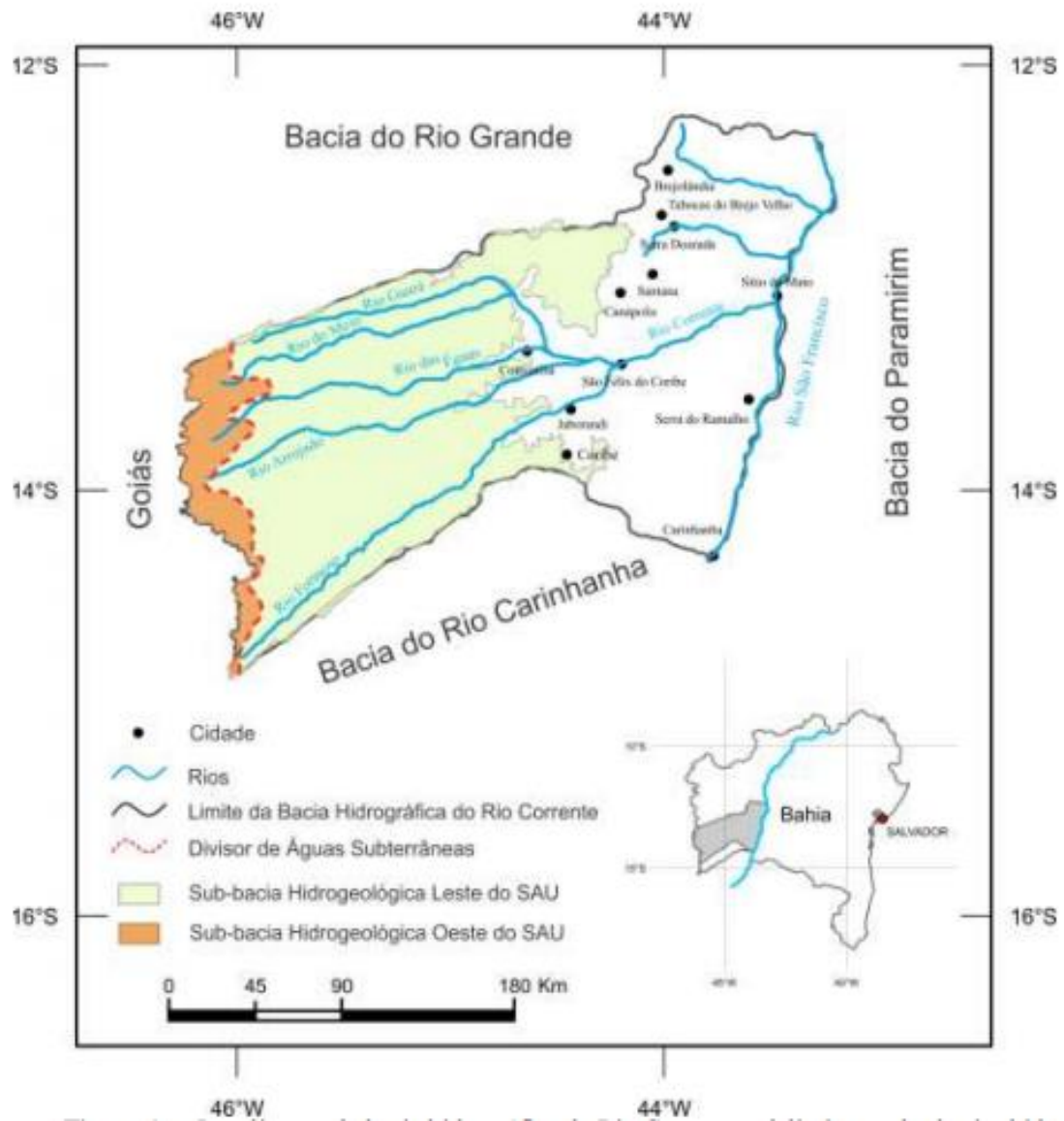
#### **4.4 Geologia**

Os solos predominantes na região são o Latossolo Vermelho-Amarelo Eutróficos, Cambissolos e Areias Quartzosas (BAHIA, 2010). Esses solos permitem uma alta fertilidade no local e são potencialmente irrigáveis, o que acaba atraindo lavouras frutíferas e de grãos. Cerca de 48% da área da bacia do rio Corrente (Figura 4.3) são ocupados pelo Sistema Aquífero Urucuia (SAU), este domínio poroso é importante em função de sua extensão territorial, de 104.358 km<sup>2</sup>, e por representar uma reserva de água de 135,3 m<sup>3</sup>/s (ENGELBRECHT; CHANG, 2015).

Na bacia do rio Corrente, a área correspondente ao SAU tem precipitação de 1.120 mm/ano gerando um escoamento total (escoamento básico + escoamento superficial) de 226,49 mm/ano, valor representativo quando se comparado com valores de outros rios no mesmo aquífero. (CHANG, 2014)

Engelbrecht e Chang (2015) confirmam em seus estudos que o valor do escoamento do SAU é de 145 m<sup>3</sup>/s, representando 17% da vazão de permanência (Q<sub>95</sub>) do rio São Francisco, confirmando a sua importância para manutenção deste.

Figura 4.3: Localização da bacia hidrográfica do rio Corrente e delimitação das bacia hidrogeológicas leste e oeste de SAU.



Fonte: Engelbrecht e Chang (2015)

## 4.5 Vegetação e ecossistema

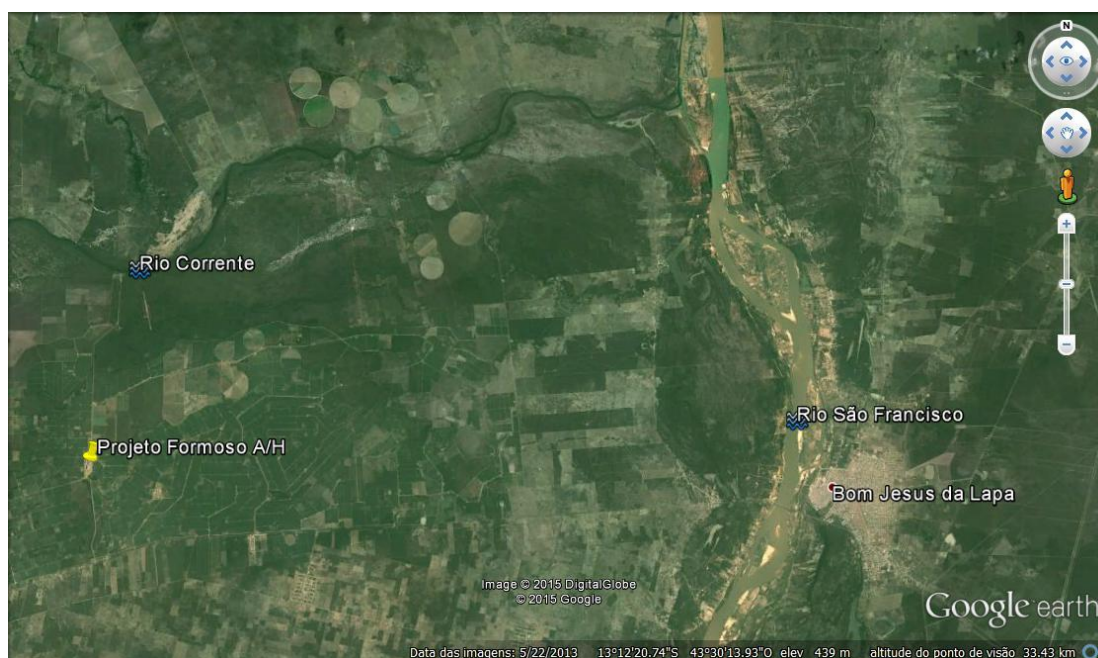
Na Bacia Hidrográfica do Rio Corrente, o ecossistema predominante é o cerrado, mas conta ainda com cinco regiões fito ecológicas, sendo elas a floresta estacional, cerrado, vereda, campo úmido e mata de galeria e floresta estacional. Ademais, foram definidas três categorias de áreas antropizadas: Pastagens, Agricultura e Reflorestamento (BAHIA, 2010).



## 4.6 Perímetros Irrigados

Para complementação da caracterização da área de estudo e identificação da importância da demanda consuntiva na região, foi realizada visita técnica a um distrito de irrigação na região oeste do estado da Bahia. O distrito selecionado foi o referente ao Projeto Formoso A/H pela sua importância local e possibilidade de acesso. Esse distrito está localizado no município de Bom Jesus da Lapa – Ba, mais precisamente no Médio São Francisco, com as coordenadas de 13°14'43.8"S 43°39'14.3"W como pode ser visto na Figura 4.4 (CODEVASF, 2015).

Figura 4.4: Vista da localização do Projeto Formoso A/H



Fonte: Google Earth (acesso em 29 set. 2015)

O Projeto de Irrigação foi implantado entre os anos de 1980 e 1990, pela construtora Odebrecht. O início do seu funcionamento se deu por volta de 1989. Este consiste em um empreendimento público da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco, que tem como tarefa regular a execução do sistema de captação, adução, distribuição e drenagem das águas que vem do Rio Corrente (CODEVASF, 2003).

O perímetro irrigado deste Projeto é formado por uma área bruta de 19.500 hectares, sendo que apenas 12.100 hectares são de área realmente irrigável voltada para a produção agrícola (CODEVASF, 2003). Essa área é dividida em 4.400 ha

para lotes familiares e 6.540 ha para lotes empresariais e 70 ha para outros fins (CODEVASF, 2015). Sua estrutura física é formada por duas estações de bombeamento principal, 29 estações de bombeamento secundárias, 82,72 quilômetros de canais de concreto, 288,82 quilômetros de estrada e por fim, 119,89 quilômetros de drenos (DISTRITO, 2015).

Segundo Santos (2015) o tipo de cultura predominante no Projeto Formoso A/H é banana, que representa 81% da área cultivada, nos outros 19% são plantados feijões, manga, melancia, goiaba, limão e milho. Os sistemas de irrigação utilizados são o gotejamento, micro aspersão, aspersão e pivô central.

O lote empresarial visitado dentro do perímetro irrigado capta 1,06 l/s/ha de água do rio Corrente através de um conjunto motor-bomba que a leva para um tanque dentro da propriedade, por bombeamento ela segue para irrigar as seções do loteamento pelo método de micro aspersão (SANTOS, 2015). Cada setor tem uma minibomba que abastece as mangueiras espalhadas entre as plantações que proporcionará a irrigação por micro aspersão.

Dentro do perímetro irrigado, há uma vila que possui uma tomada da água do canal para abastecimento e uma pequena Estação de Tratamento de Água que capta a água do rio Corrente que passa pelo canal principal, o tipo de tratamento aplicado é primário. O canal principal conta com comportas (Figura 4.5) para regularizar e medir a vazão

Figura 4.5: Uma das comportas do canal principal do projeto Formoso A, do perímetro irrigado.



Fonte: Próprio autor (2015)

O ponto de captação do rio Corrente para o Projeto Formoso A, fica localizado nas coordenadas  $13^{\circ}11.229'S$  e  $43^{\circ}38.639'W$  (Figura 4.6), o ponto de captação de água para o Projeto Formoso H fica nas coordenadas  $13^{\circ}11.146'S$  e  $043^{\circ}38.749'W$  (Figura 4.7).

Figura 4.6: Ponto de captação de água do rio Corrente para abastecer o Projeto Formoso A



Fonte: Próprio autor( 2015)



Figura 4.7: Ponto de captação de água do rio Corrente para o Projeto Formoso H.



Fonte: Próprio autor( 2015)

Tanto o Projeto A, quanto o Projeto H, possuem seis conjuntos de bombeamento com uma capacidade de  $9,56 \text{ m}^3/\text{s}$ . Cada motor de 850 cavalos com vazão de  $5736 \text{ m}^3/\text{h}$ . Apesar disso, o Formoso A funciona com quatro conjuntos de bombeamento (Figura 4.8), já o Formoso H funciona apenas com três conjuntos de bombeamento (SANTOS, 2015).

Figura 4.8: Sistema de bombeamento do Projeto Formoso A



Fonte: Próprio autor (2015).

Tanto os pontos de captação do Projeto Formoso A quanto do H possuem um sistema para combater o golpe de aríete que pode acontecer devido à elevada vazão de bombeamento.

Segundo consta no Diário Oficial do dia vinte e cinco de abril de dois mil e quinze, a vazão outorgada para o Projeto Formoso A é de 688.320 m<sup>3</sup>/dia (BRASIL, 2015), durante 20 h/dia para fins de irrigação, para o Projeto Formoso H, é outorgada uma vazão de 439.920 m<sup>3</sup>/dia, durante 20 h/dia (BRASIL, 2015, p. 36)

Pode-se perceber, analisando as condições gerais do rio, a presença de bancos de areia, uma nascente próxima ao ponto de captação do Projeto Formoso A e ainda acúmulo de areia na derivação para captação.

#### **4.7 Crescimento da demanda e escassez no rio São Francisco**

Um uso impactante sobre a vazão do rio São Francisco é a transposição de suas águas. Segundo Ramina (2014), não há nenhum comentário no relatório da ONS sobre os efeitos dessa transposição sobre os outros usos. Ramina (2014) ainda afirma que o desenvolvimento agroindustrial nas bacias dos rios contribuintes do rio São Francisco pode afetar a hidrologia do rio, principalmente da época de estiagem, onde os aquíferos subterrâneos passam a ser os maiores regularizadores de vazão.

Ao levantar a questão do uso das águas subterrâneas, surgem grandes questionamentos que ainda geram polêmica devido à relação de contribuição e dependência hídrica e o fato desses aquíferos se estenderem por diversas unidades federativas que possuem legislações e gestão de recursos diferentes (RAMINA, 2014).

Com o desenvolvimento da irrigação no Cerrado baiano e a expansão de áreas com agricultura na região, a demanda outorgada do Aquífero Urucuia cresceu. Na elaboração os Planos de Recursos Hídricos das Bacias dos rios Grande e Corrente o total da demanda outorgada para a agricultura, pecuária, misto e agroindústria somaram 201.108 L/s em 2013. Para 2030, espera-se que essa demanda varie

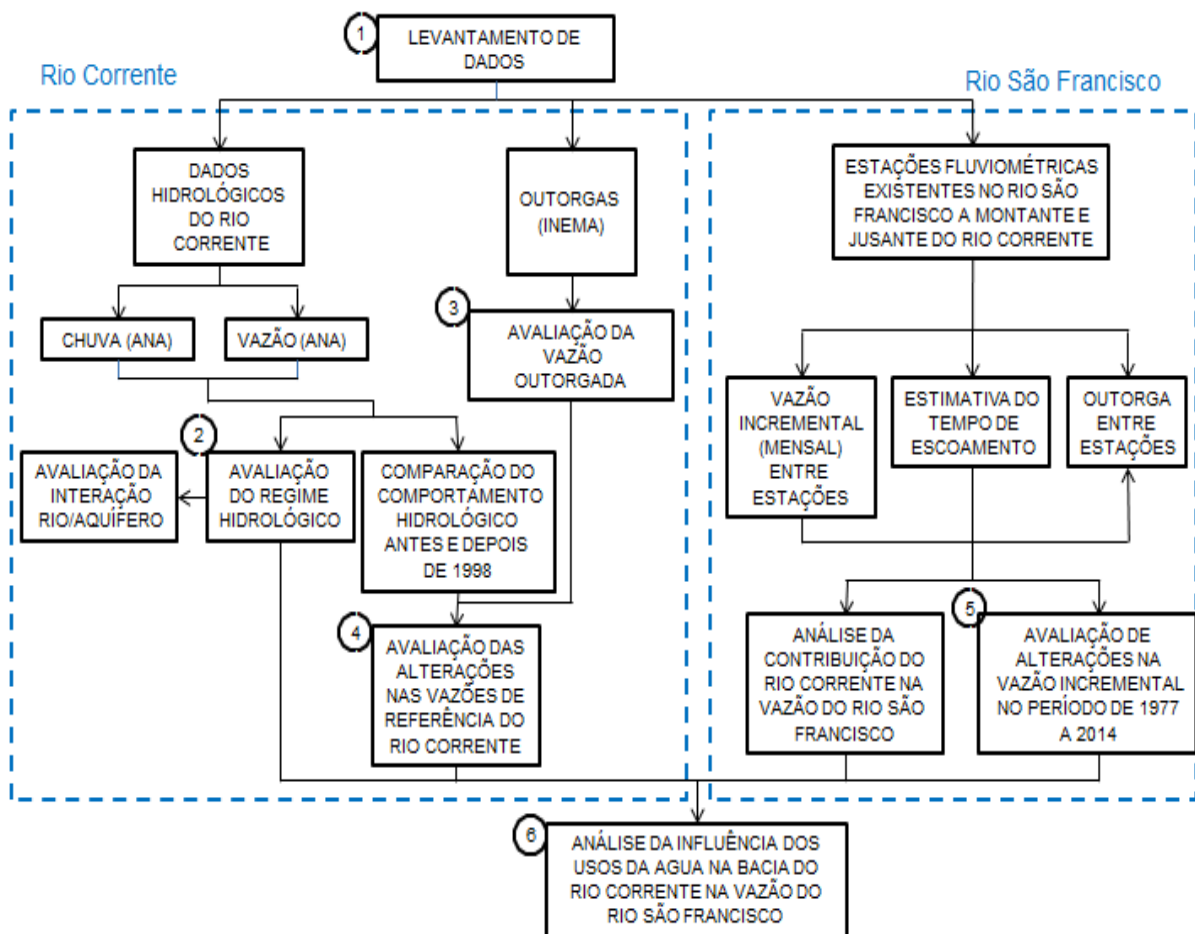
aproximadamente entre 300.000 L/s e 600.000 L/s, dependendo do cenário dos Planos (RAMINA, 2014).

O rio São Francisco por ser um rio de domínio federal e contar com vários usos, sendo eles consuntivos e não-consuntivos, há diferentes contextos decisórios, sendo necessárias abordagens distintas para cada caso. Em tempos de escassez, esses conflitos aparecem ainda mais, pois os usos se tornam mais restritivos, afetando o interesse de todos os usuários das águas do rio.

## 5 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos estabelecidos neste trabalho, foi desenvolvida pesquisa englobando 6 etapas metodológicas, como pode ser visto na Figura 5.1 e detalhado a seguir.

Figura 5.1: Esquema da metodologia para realização deste trabalho.

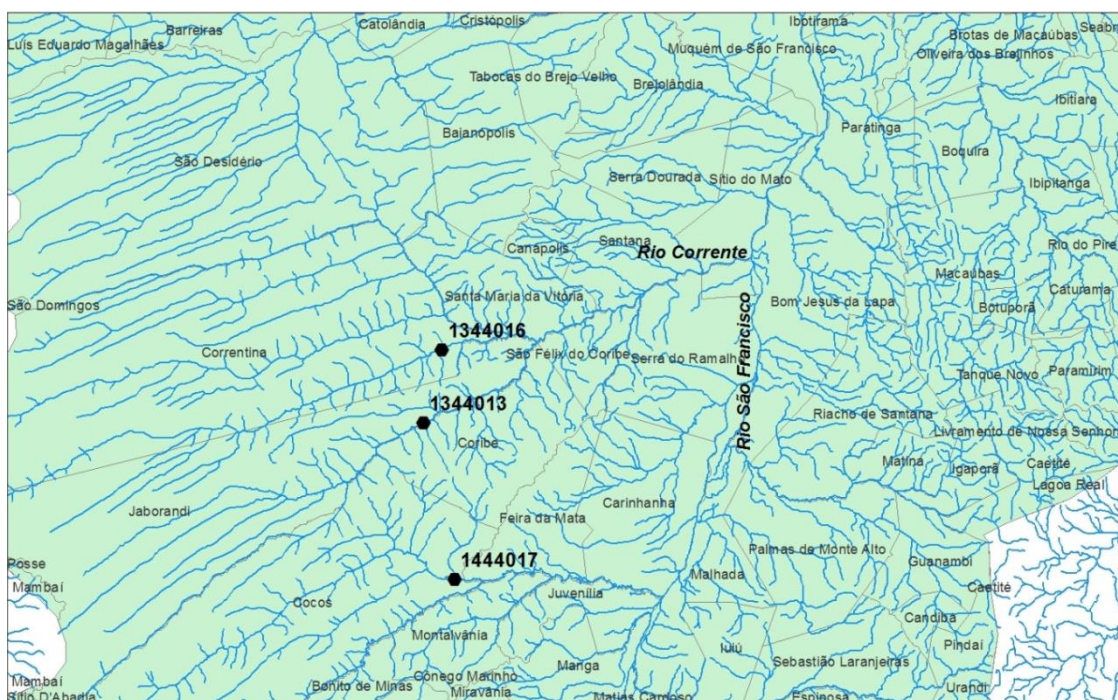


Fonte: Próprio Autor (2016)

## 5.1 Levantamento de dados

Para a realização das análises no rio Corrente foi necessário coletar as séries históricas de vazão e chuva junto a ANA. Foram utilizadas duas estações fluviométricas (45910001 e 45960001) à jusante da cidade de Santa Maria da Vitória, localizadas no rio Corrente. Estas estações foram escolhidas por possuírem dados mais completos de vazões e estarem localizadas à montante e à jusante respectivamente de importantes perímetros irrigados que utilizam água do rio Corrente, além de serem as estações mais próximas da foz desse rio, com o intuito de analisar a variação de vazões neste rio e a curva de permanência. Os dados de chuva foram coletados das cidades de Correntina (código 01344016), Jaborandi (código 01344013) e Cocos (código 01444017), por estarem localizadas na parte média e alta da bacia e por possuírem dados mais consistentes, para caracterizar a contribuição dessas chuvas para o rio Corrente.

Figura 5.2: Localização das estações pluviométricas das cidades de Correntina (código 01344016), Jaborandi (código 01344013) e Cocos (código 01444017)



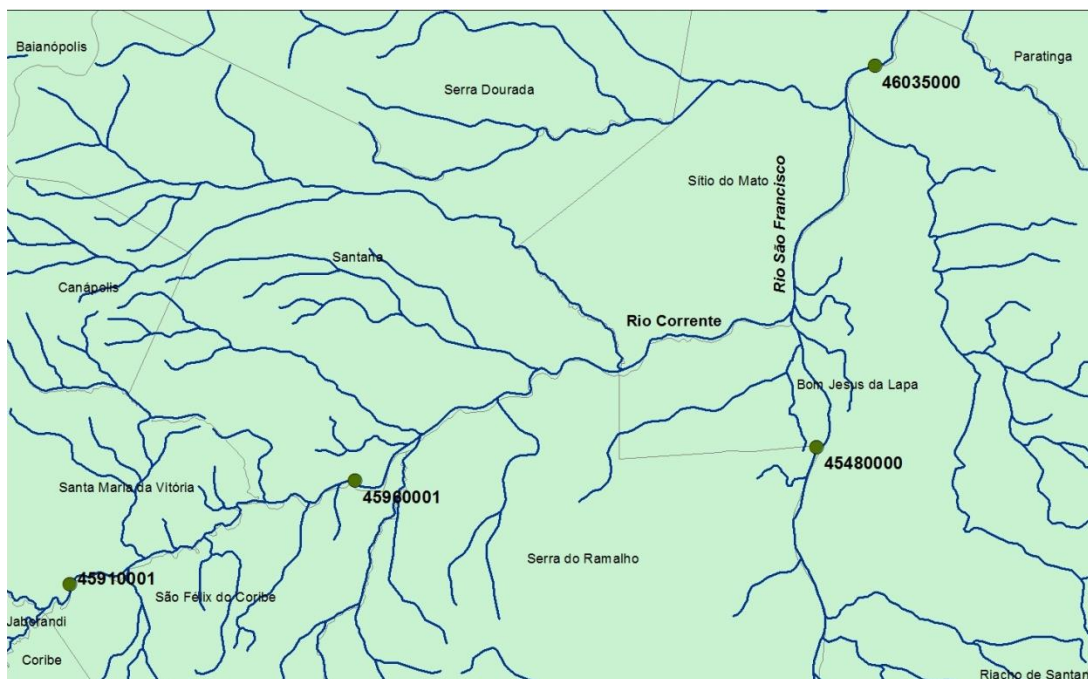
Fonte: Dados da ANA (2015)

Foram ainda coletados dados com a EMBRAPA e ANA para a identificação de pivôs centrais próximos a foz do rio Corrente, no intuito de caracterizar algumas das demandas consuntivas.



Para o rio São Francisco, foram escolhidas as estações 45480000, a 46035000, localizadas respectivamente à montante e à jusante da foz do rio Corrente no intuito de estudar sua contribuição para o rio São Francisco. A Figura 5.3 apresenta a localização das estações fluviométricas.

Figura 5.3: Mapa de localização das estações fluviométricas utilizadas no estudo.



Fonte: Dados da ANA (2015)

Os dados de outorga do rio Corrente foram coletados junto ao INEMA em dois anos diferentes, 2012 e 2015, para verificação de alterações nos valores.

## 5.2 Avaliação do regime hidrológico do rio Corrente

Esta caracterização do regime hidrológico foi feita para identificar os períodos úmidos e secos, a variabilidade sazonal, inter e intra anual, identificação do regime perene e confirmação da influência do aquífero Urucuia, assim como da ordem de grandeza da contribuição do rio Corrente para o rio São Francisco.

Para a avaliação do regime hidrológico do rio Corrente, analisou-se a variação da precipitação na sua bacia para o período de 1977 a 2014 por meio da elaboração de hietogramas utilizando as séries históricas das estações pluviométricas das cidades de Correntina, Jaborandi e Cocos. Para verificação de alteração no padrão de precipitação foi adicionado linha de tendência linear.

Com os dados de vazão da estação fluviométrica de código 45960001 (mais próxima à foz) foi construído o ano hidrológico do rio a fim de estabelecer a sazonalidade média anual desse manancial. Foram ainda, construídos os hidrograma anuais médios para comparação com as séries históricas anuais pluviométrica, a fim de identificar as correlações entre vazão e precipitação..

### **5.3 Avaliação da vazão outorgada na bacia do rio Corrente**

Para estimar a demanda de uso da água na área de estudo foram utilizados dados das outorgas de água na bacia do rio Corrente disponibilizados pelo INEMA. Foram coletados dados na calha do rio principal e dos principais afluentes (rio Correntina, rio Arrojado, rio Formoso, riacho Volta da Pedra e riacho Canápolis). Esses dados possibilitaram a avaliação do cenário atual em relação aos usos consuntivos na bacia.

Os dados de outorga foram utilizados para complementar a avaliação da contribuição do rio Corrente ao rio São Francisco, uma vez que a estação fluviométrica de código 45960001 não está localizada na foz do rio Corrente.

### **5.4 Avaliação de alterações nas vazões de referência do rio Corrente**

O estudo das alterações nas vazões de referência do rio Corrente se deu analisando as vazões médias mensais e diárias da estação fluviométrica 45910000 e da estação fluviométrica 45960000, durante dois períodos de forma a contemplar o comportamento do rio antes e depois da implantação do distrito de irrigação visitado e que configura uma tentativa de avaliação da interferência do aumento na demanda.

Complementando essa análise foi avaliado também o comportamento da curva de permanência da vazão no rio. Segundo Cruz e Tucci (2008) “a curva de permanência ou de duração de vazões relaciona a vazão e a porcentagem do tempo em que ela é superada ou igualada sobre o período histórico utilizado para sua construção”.

As curvas de permanência do rio Corrente para os diferentes períodos também foram utilizadas para verificação da existência de alteração no grau de

variabilidade apresentada pelo rio, uma vez que curvas mais horizontais apresentam o comportamento de um rio com escoamento mais regularizado, seja por barramentos ou contribuição de água subterrânea e curvas mais inclinadas, rios com escoamento mais variável.

Essa avaliação foi realizada com o auxílio do aplicativo IHA (Indicators of Hydrologic Alteration) desenvolvido pela The Nature Conservancy, versão 7.1 que é amplamente utilizado para avaliar alterações hidrológicas de um rio. Os indicadores utilizados resultantes dessa aplicação foram: vazão média mensal e seu desvio padrão, a vazão mínima de sete dias e vazão que permanece no rio em 90% do tempo avaliado ( $Q_{90}$ ).

Com esses dados coletados para avaliar as vazões de referência do rio Corrente, fez-se também uma análise da influência do aquífero Urucua no escoamento superficial rio Corrente nos dois períodos.

## **5.5 Avaliação da vazão incremental do rio São Francisco durante o período de 1977 a 2014 no trecho de estudo**

Para a realização do estudo da vazão incremental entre as estações fluviométricas 45480000 e 46035000 foi feito o cálculo da diferença das vazões mensais disponibilizadas pela ANA dessas estações durante o período de 1977 a 2014. Esta análise permite identificar se a vazão que chega à estação mais a jusante (46035000) realmente está recebendo a contribuição de seus afluentes ou se ela está sendo desviada antes de chegar a esse ponto. Possibilitando ainda a análise da frequência da vazão do rio São Francisco durante o período estudado.

Dada a distância entre as duas estações fluviométricas e o porte do rio é necessário verificar o tempo de escoamento da vazão do rio São Francisco. Para o estudo do tempo de concentração neste trecho da bacia foi utilizado o método elaborado por Kirpich em 1940, cuja fórmula é dada pela Equação (1):

$$t_c = 0,95 \left( \frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,358} \quad (1)$$

Sendo:

$t_c$ : Tempo de concentração (horas)

L: comprimento do rio principal (km)

$\Delta H$ : diferença de nível (m)

## 5.6 Análise da influência dos usos da água na bacia do rio Corrente na vazão do rio São Francisco

Para abordar a questão de conflitos na bacia do rio Corrente, utilizou-se o mesmo método de Moreira et al. (2014), que consiste em medir o índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos ( $i_{cg}$ ) e o índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos ( $i_{cp}$ ) para identificar se as regiões onde estão localizadas as estações fluviométricas de 45910001, 45960001, 45480000 e 46035000 possuem conflitos potenciais pelo uso da água.

Este método consiste em adotar um segmento de rio como unidade do estudo, considerando unicamente os recursos hídricos de superfície. O valor de  $i_{cg}$  é dado pela resolução da Equação (2):

$$i_{cg} = \frac{Q_{out}}{xQ_{mr}} \quad (2)$$

Em que

$i_{cg}$  = índice de conflito pelo uso da água na gestão dos recursos hídricos, adimensional;

$Q_{out}$  = vazão outorgada a montante da foz do segmento em estudo em  $m^3s^{-1}$ ;

$x$  = percentagem, expressa em decimal, da  $Q_{mr}$  passível de ser outorgada, adimensional; e

$Q_{mr}$  = vazão mínima de referência estimada na foz do segmento em estudo, em  $m^3/s$

O valor obtido pela multiplicação de  $x$  por  $Q_{mr}$  corresponde a vazão máxima passível de ser outorgada na foz do segmento em estudo (MOREIRA, 2012).

Considerando os diferentes valores da  $Q_{out}$  em relação a  $xQ_{mr}$ , tem-se a seguinte escala de variação de valores de  $i_{cg}$ .

$0 \leq i_{cg} \leq 1$  = situação na qual as vazões outorgadas a montante da foz do segmento em estudos se encontram dentro dos limites legais;

$i_{cg} > 1$  = situação na qual as vazões outorgadas a montante da foz do segmento em estudo superam os limites previstos pela legislação.

O valor do  $i_{cp}$  é dado pela resolução da Equação (3):

$$i_{cp} = \frac{Q_{out}}{Q_{mld}} \quad (3)$$

Em que

$i_{cp}$  = índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos, adimensional;

$Q_{mld}$  = vazão média de longa duração na foz do segmento em estudo, em  $m^3s^{-1}$

A utilização da  $Q_{mld}$  para o cálculo do  $i_{cp}$  devesse pelo fato de considerar a utilização da vazão máxima possível de ser regularizada, desconsiderando as perdas por evaporação e infiltração. Esta vazão média de longa duração permite verificar se, caso haja conflitos pelo uso da água, estes podem ser minimizados com a intervenção de medidas estruturais como a construção de barramentos (MOREIRA et al., 2012).

$i_{cp} = 0$  = situação na qual não existem vazões outorgadas a montante da foz do segmento analisado;

$0 \leq i_{cp} \leq 1$  = situação na qual existindo o conflito pelo uso da água, ainda se pode contorná-lo com a adoção de medidas estruturais;

$i_{cp} > 1$  = situação na qual o conflito não pode ser contornado apenas com medidas estruturais.

## 6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

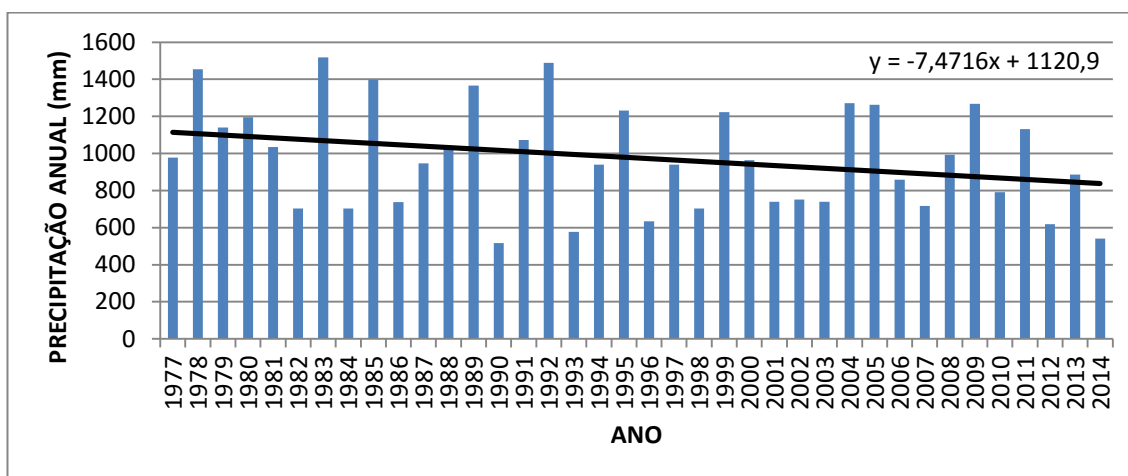
### 6.1 Regime hidrológico do rio Corrente;

Foram analisadas as séries históricas pluviométricas das cidades a montante do rio Corrente, as estações de Correntina, Jaborandi e Cocos, para a construção dos hietogramas das três cidades estudadas.

As precipitações anuais nessas cidades, apresentadas nas Figura 6.1, Figura 6.2 e

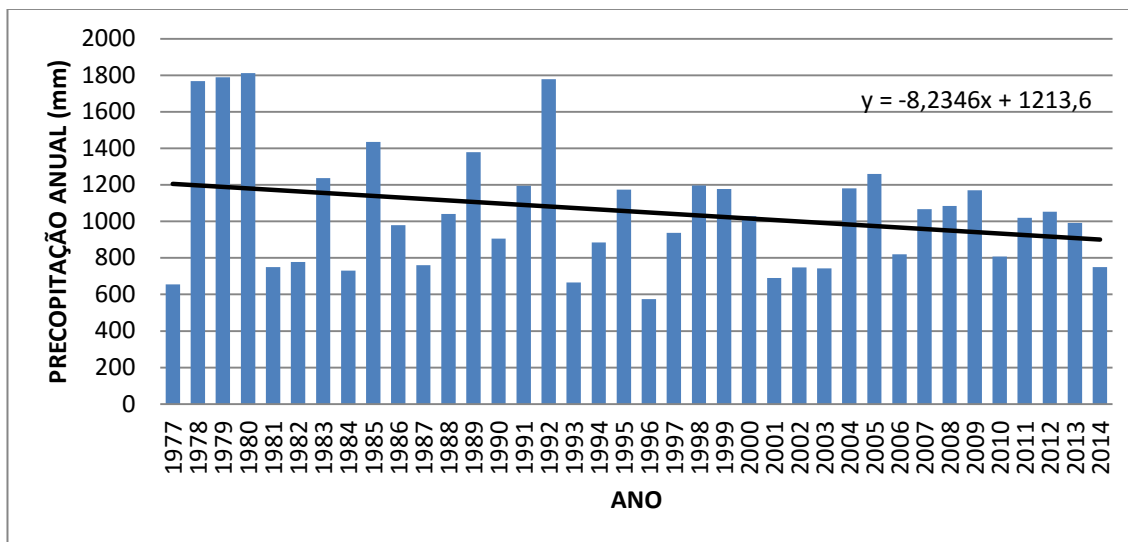
Figura 6.3, variaram de 400 a 1800 mm confirmando o comportamento apresentado na caracterização de estudo e a representatividade das estações pluviométricas selecionadas. Destaca-se o período de 2001 a 2003 como o um período de baixa pluviosidade em todas as localidades.

Figura 6.1: Hietograma da cidade de Correntina.



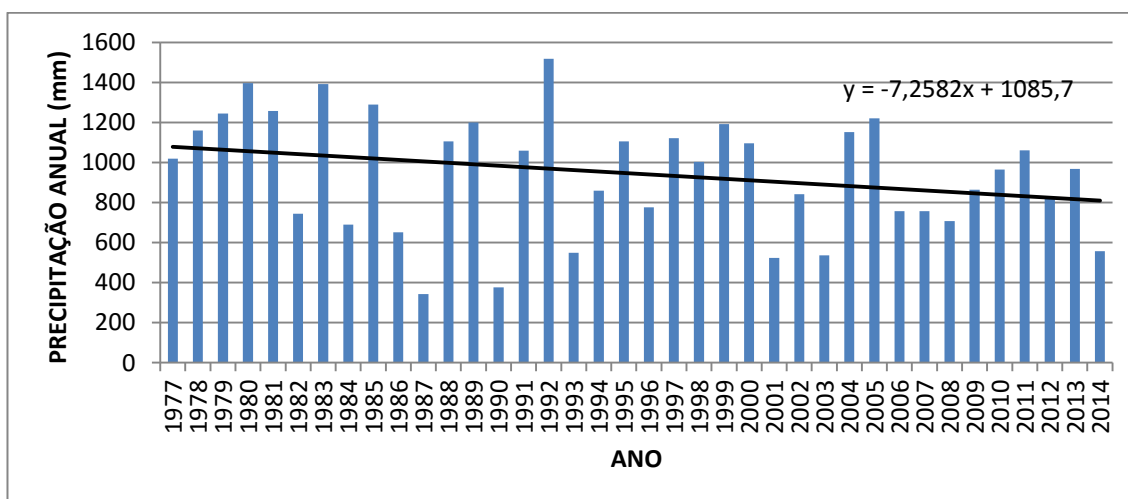
Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Figura 6.2: Hietograma da cidade de Jaborandi.



Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Figura 6.3: Hietograma da cidade de Cocos.

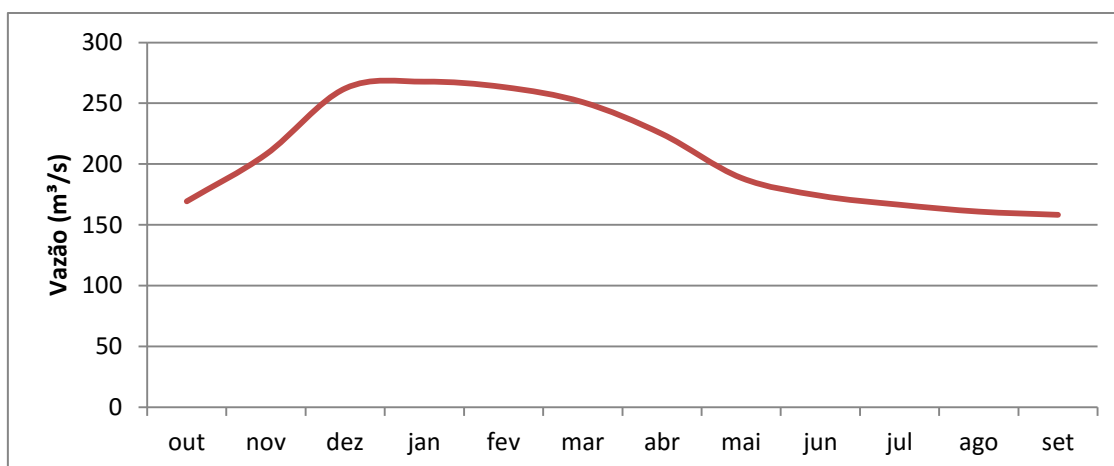


Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

A aplicação de linha de tendência linear para os dados de precipitação anual sinaliza uma redução nos índices pluviométricos no período estudado para as três localidades (coeficiente angular de tendência variando entre -7,2 a -8,2).

Com relação ao seu regime hidrológico, o rio Corrente apresenta o ano hidrológico iniciando no mês de outubro, conforme exposto na Figura 6.4, que mostra as vazões médias mensais para o período de 1977 a 2014.

Figura 6.4: Ano hidrológico da bacia do rio Corrente no período de 1977 a 2014, estação fluviométrica 45960001.



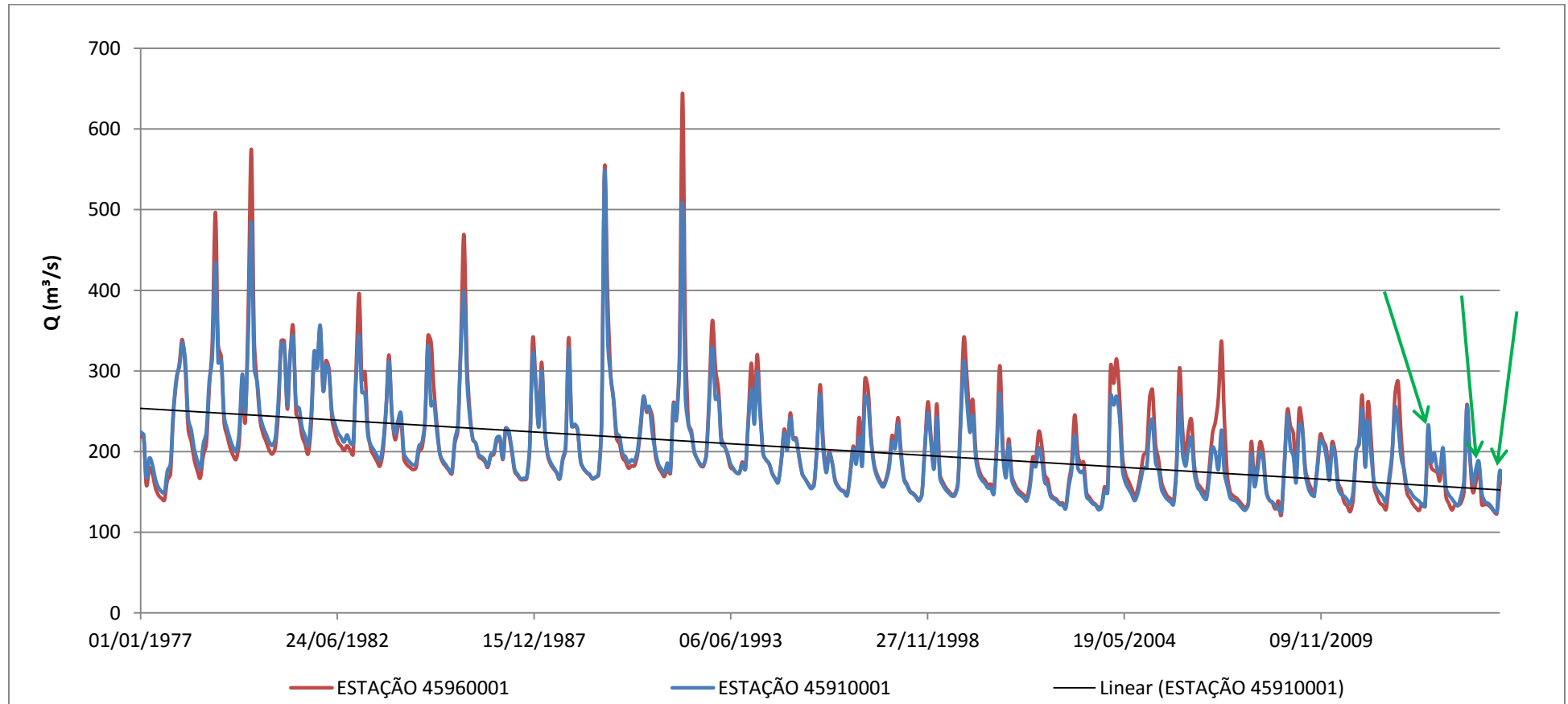
Fonte: Dados do Hidroweb, 2015

Este rio possui maiores valores de vazão entre dezembro e março superando 260 m³/s, a menor média mensal acontece em setembro com valor de 158 m³/s.

A Figura 6.5 apresenta as vazões médias mensais no período de 1977 a 2014 mostrando o comportamento perene do rio Corrente, assim como um padrão de sazonalidade anual bem definido. Cabe ressaltar que as vazões sempre se apresentam acima de 100 m³/s, sinalizando a manutenção do seu fluxo por contribuição das águas subterrâneas.



Figura 6.5: Vazões médias mensais no período de 1977 a 2014 do rio Corrente das estações de código 45910001 e código 45960001



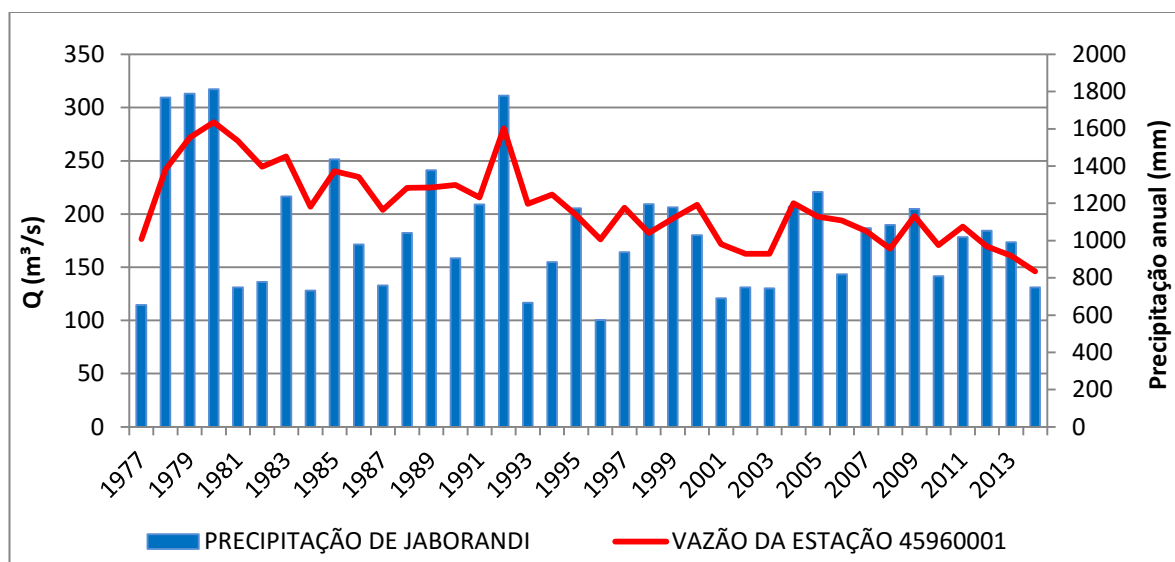
Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Verifica-se ainda na Figura 6.5 a coerência dos dados do fluxo do rio nos períodos úmidos que vão do ano de 1977 a 2009, uma vez que a estação a jusante apresenta valores mais elevados do que a montante devido às contribuições de água no decorrer da calha do rio Corrente. Já nos períodos de menor disponibilidade hídrica, a partir do ano 2010, a vazão da estação fluviométrica 45910001, localizada mais a montante da foz deste rio, superou a vazão da estação fluviométrica 45060001, localizada mais próxima a foz. Esta incoerência se dá devido às demandas de água no trecho entre as estações fluviométricas 45910001 e 45960001.

Como realizado para precipitação, foi aplicada análise de tendência de comportamento e verificado o decréscimo dos valores ao longo do tempo.

Para estudo da correlação das precipitações médias anuais com a vazão média anual do rio, foi feita uma sobreposição entre os dados de vazão da estação mais próxima a foz do rio Corrente (código 45960001) e de dados pluviométricos da cidade de Jaborandi, esta última foi escolhida por sua localização na bacia e por ter maior correlação entre as cidades escolhidas que variou de 0,53 a 0,61, como apresentado na Figura 6.6.

Figura 6.6: Sobreposição entre os dados de vazão da estação de código 45960001 e de dados pluviométricos da cidade de Jaborandi

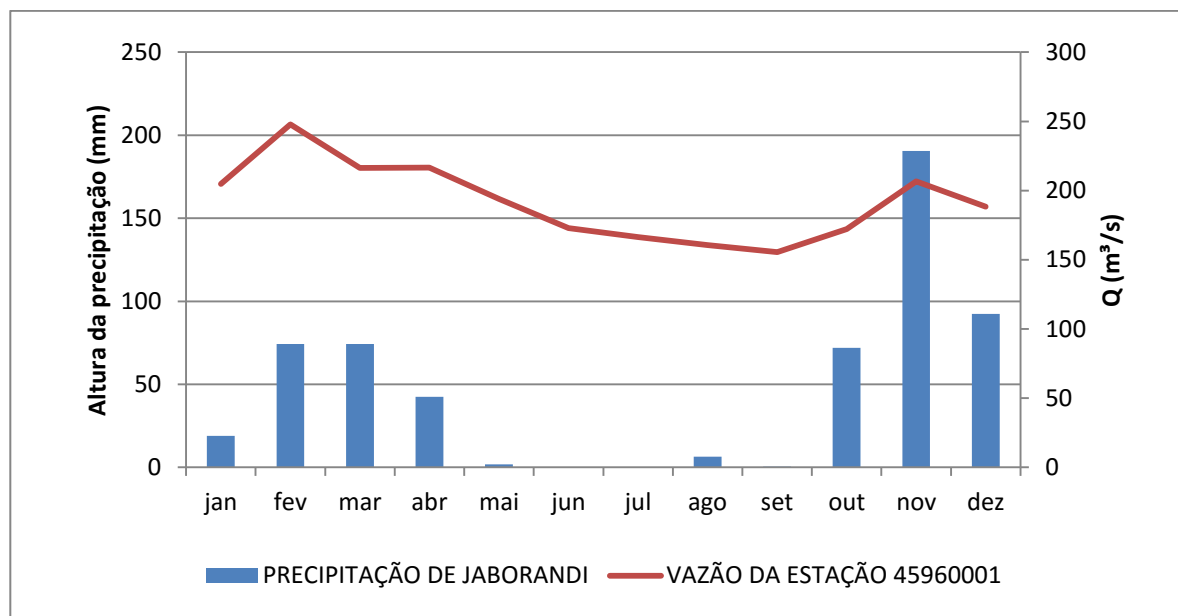


Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Verifica-se a influência da precipitação para elevação da vazão do rio e consequentemente disponibilidade hídrica da região nos anos mais chuvosos.

Para complementação da análise de água subterrânea foi escolhido o ano mais seco, 1996, para ser comparado com os valores da vazão do rio Corrente, possibilitando ver que apesar de meses sem contribuição relevante de chuvas, o valor mínimo da vazão do rio não ultrapassou o 150 m<sup>3</sup>/s (Figura 6.7).

Figura 6.7: Sobreposição do hietograma da cidade de Jaborandi e a curva da vazão média mensal de da estação fluviométrica 45960001 no ano de 1996.



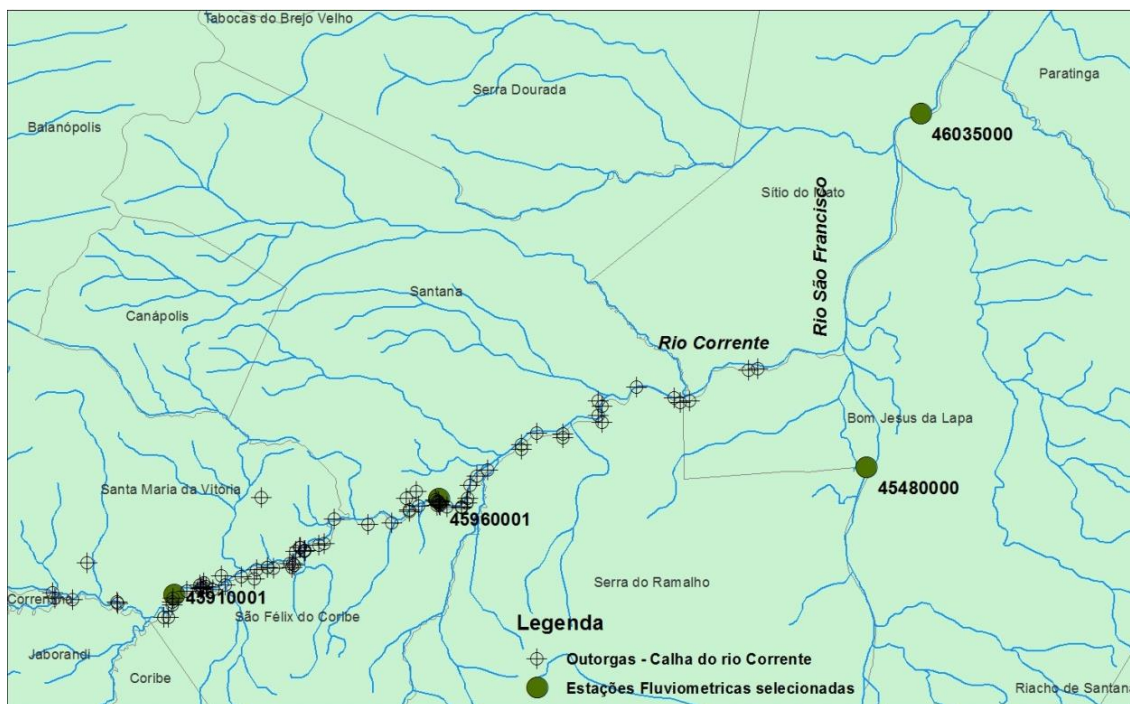
Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

## 6.2 Vazão outorgada de água superficial da bacia do rio Corrente

Segundo a Nota Técnica NT 02/2015 do INEMA, o rio Corrente apresenta 79 registros de pontos de captação superficial na sua calha. Estes registros significam que os agentes interessados tiveram o processo de outorga de uso da água em análise no INEMA. Atualmente, tem-se para a calha do rio Corrente uma demanda acumulada total de 5.267.088 m<sup>3</sup>/dia.

Com base nesse mesmo documento, a jusante da estação 45960001 do rio Corrente no ano de 2015, foram detectadas 29 demandas cuja soma resultou em uma vazão de 19,84 m<sup>3</sup>/s. Vale destacar o Projeto Formoso A/H que representa maior consumidor responsável por um valor outorgado de 13,06 m<sup>3</sup>/s. Na Figura 6.8 é possível identificar a localização dessas outorgas na calha do rio Corrente.

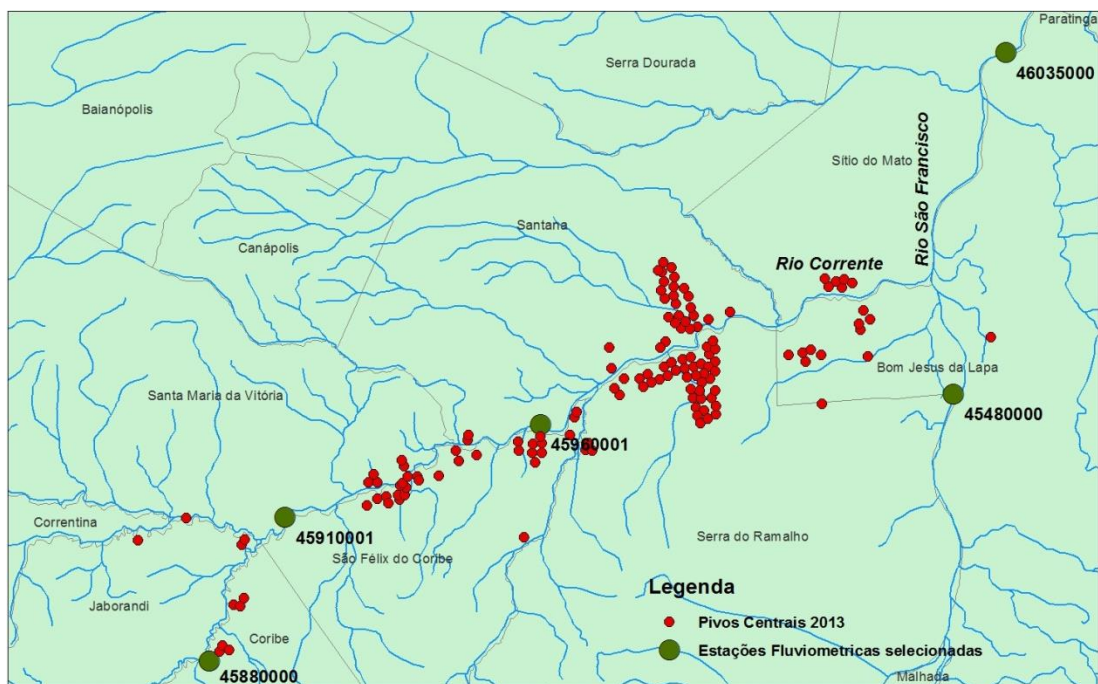
Figura 6.8: Pontos de outorga na calha do rio Corrente.



Fonte: Dados da ANA (2016)

Complementando a caracterização da demanda hídrica para irrigação a Figura 6.9 mostra a distribuição dos pivôs centrais em 2013 levantados pela EMBRAPA e ANA na calha do rio Corrente.

Figura 6.9: Distribuição dos pivôs centrais em 2013 na calha do rio Corrente.



Fonte: Dados da EMBRAPA e da ANA (2016)

Diante desses dados, verifica-se a importância da irrigação na região e na retirada de água do rio Corrente.

Os dados de 2015 foram comparados com os dados disponíveis no Sistema de Gerenciamento de Outorgas (SIGO) em 2012 para verificação de alteração nesse intervalo de tempo. A Tabela 6.1 apresenta os dados para esses dois anos, cabendo ressaltar que houve variação de valores apenas nos rios Correntina Arrojado e Formoso, um acréscimo de 3,29 m<sup>3</sup>/s.

Tabela 6.1: Demandas nos principais afluentes do rio Corrente nos anos de 2012 e 2015.

	<b>ANO DE 2012</b>	<b>ANO DE 2015</b>	
<b>Usuário</b>	<b>Demanda Pontual (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Demanda Pontual (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Diferença (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Rio Correntina</b>	6,62	6,93	0,31
<b>Rio Arrojado</b>	11,9	13,51	1,61
<b>Rio Formoso</b>	16,8	18,17	1,37
<b>Riacho Volta da Pedra</b>	0,0062	0,0062	0,00
<b>Riacho Canápolis</b>	0,008	0,008	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>35,32</b>	<b>38,61</b>	<b>3,29</b>

Fonte: Dados do INEMA (2015)

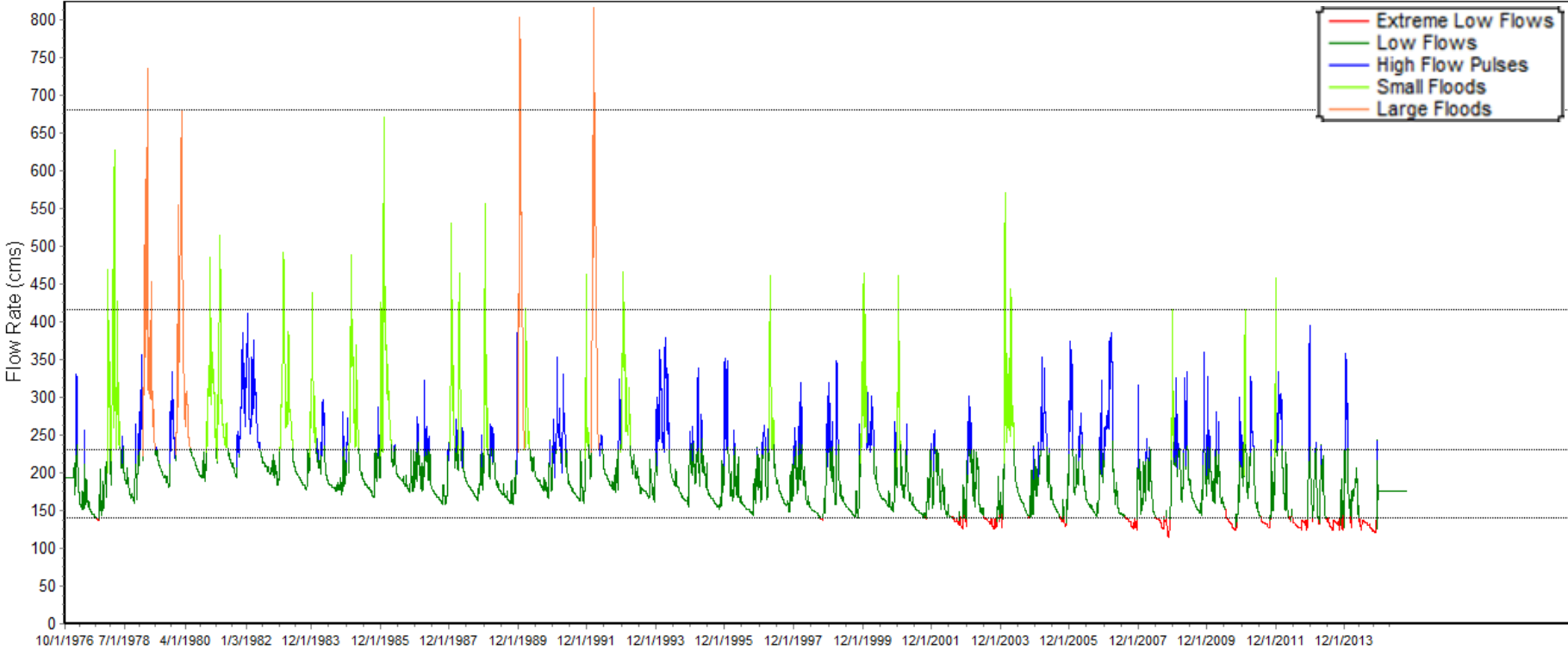
Diante do aumento já expressivo da vazão outorgada entre 2012 e 2015 e considerando o exposto por Ramina (2014) relativo ao recente crescimento do agronegócio no oeste da Bahia, esse aumento pode ser muito maior. Salienta-se necessidade de uma melhor verificação da real situação das vazões outorgadas na região.

### **6.3 Alterações nas vazões de referência do rio Corrente**

Utilizando as vazões médias diárias para realização das análises de alteração hidrológica do rio Corrente na estação fluviométrica 45960001, foi elaborada a Figura 6.10 que mostra a mudança de comportamento das vazões desse rio ao longo do período estudado. Até o ano de 1992 ocorriam grandes e pequenas enchentes com uma maior frequência na bacia, diferentemente do que ocorre a

partir do ano de 1993, quando não é identificada nenhuma grande enchente. O que se nota depois deste ano é o aumento na frequência de pulsos de fluxo elevado e o aparecimento de eventos extremos de baixo fluxo. Estes eventos passam a se repetir constantemente depois do ano de 2001. Esses resultados revelam mudanças no comportamento hidrológico sinalizando redução na vazão superficial do rio Corrente.

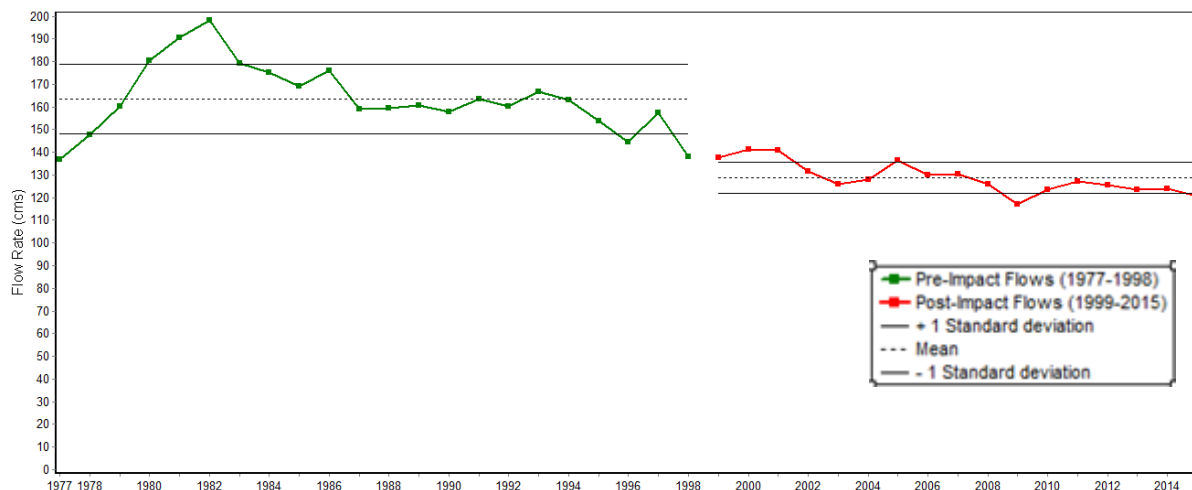
Figura 6.10: Mudança de comportamento das vazões do rio Corrente ao longo do período estudado.



Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Uma vez que o foco do presente trabalho é na disponibilidade hídrica promovida pelo rio Corrente, foram consideradas as vazões mínimas como valores relevantes para análises. Na Figura 6.11 é apresentado o comportamento temporal da vazão mínima de sete dias para os anos estudados.

Figura 6.11: Comportamento temporal da vazão mínima de sete dias para os anos estudados da estação fluviométrica 45960001.

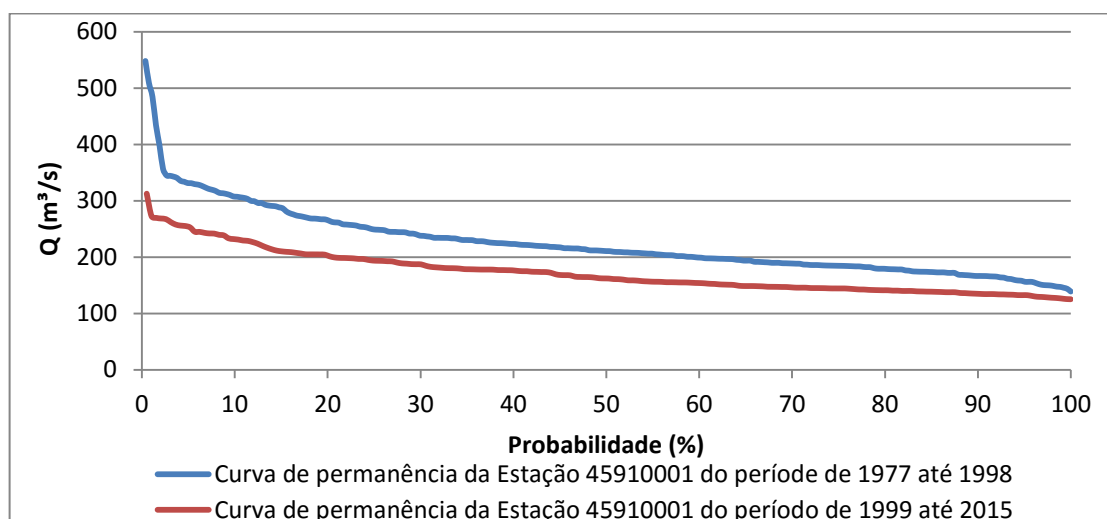


Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Pela identificação de alteração no comportamento da vazão mínima de sete dias a partir do ano 1998 quando não houve crescimentos expressivos nesse tipo de vazão. Este ano foi escolhido para dividir os dois períodos de análise.

Com os dados de vazões médias mensais elaboraram-se as curvas de permanência das estações fluviométricas 45910001 e 45960001 localizadas no rio Corrente (Figura 6.12 e Figura 6.13).

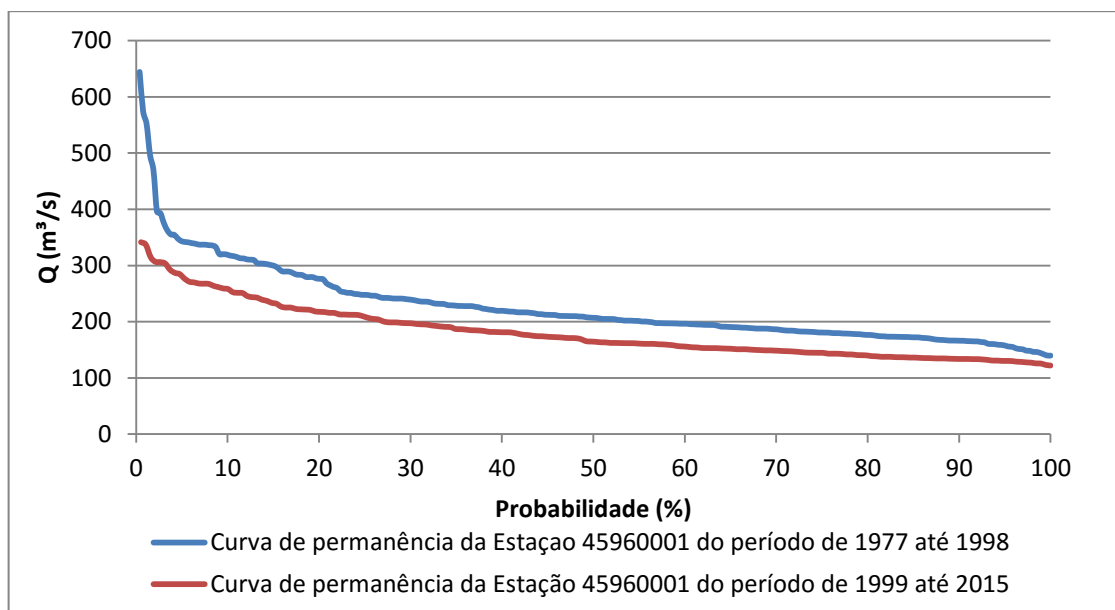
Figura 6.12: Curva de permanência da estação fluviométrica 45910001.



Fonte : Dados do Hidroweb (2015)



Figura 6.13: Curva de permanência da estação fluviométrica 45960001



Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

As curvas de permanência das duas estações tiveram um comportamento mais horizontal, mostrando que o rio possui um comportamento mais estabilizado. Nota-se a tendência de redução nas vazões devido à redução das precipitações nos últimos anos e o aumento das demandas consuntivas.

Salienta-se na análise da Figura 6.12 a baixa de vazão em eventos extremos, que, por exemplo, passaram de 644 m<sup>3</sup>/s para 341m<sup>3</sup>/s, nota-se também que a vazão de 20% da estação fluviométrica 45910001 no segundo período chega a atingir uma vazão de 200 m<sup>3</sup>/s. Estas mesmas análises acabam sendo válidas para a estação fluviométrica 45960001 (Figura 6.13).

Ao comparar os dados de vazão das duas estações fluviométricas da bacia do rio Corrente entre os dois períodos, nota-se a redução no volume da Q<sub>90</sub> de 19% e 19,5% para as estações 45910001 e 45960001, respectivamente(Tabela 6.2).

Tabela 6.2: Comparação das Q<sub>90</sub> em dois períodos nas diferentes estações estudadas.

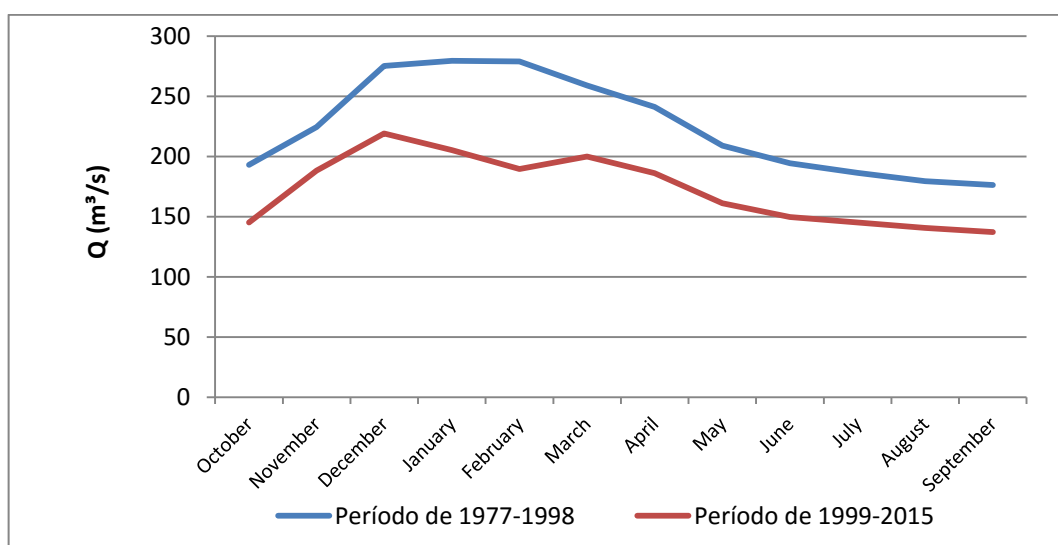
	Período 1 (de 1977 até 1998)	Período 2 (de 1999 até 2015)	Redução
<b>Estação 45910001</b>	166,48 m <sup>3</sup> /s	134,73 m <sup>3</sup> /s	19%
<b>Estação 45960001</b>	166,05 m <sup>3</sup> /s	133,67 m <sup>3</sup> /s	19,5%

Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

O resultado da Tabela 6.2 mostra que as vazões que chegavam em 90% do tempo sofreram reduções expressivas devido aos usos consuntivos e a tendência de redução das chuvas.

A Figura 6.14 representa as vazões médias diárias da estação fluviométrica 45910001, ao analisar essa figura logo se vê a redução entre os períodos, que chega a 23%, com uma média de desvio padrão de  $\pm 0,174 \text{ m}^3/\text{s}$  no primeiro período e de  $\pm 0,121 \text{ m}^3/\text{s}$  no segundo período.

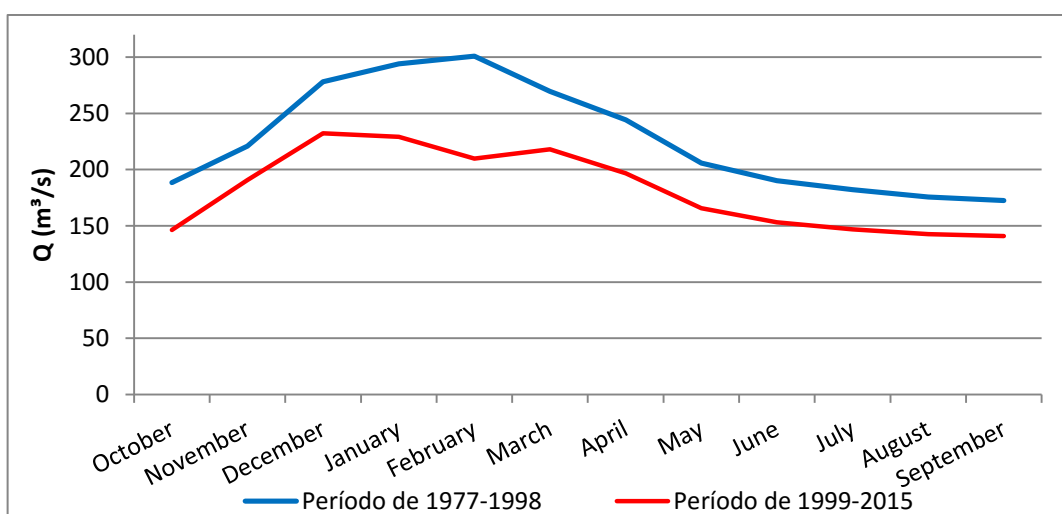
Figura 6.14: Gráfico elaborado pelo IHA das vazões médias diárias da estação fluviométrica 45910001 em dois períodos.



Fonte: Dados do IHA (2016)

Essa mesma análise foi feita para a estação fluviométrica 45960001 que está representada na Figura 6.15. Esta apresentou uma média de desvio padrão de  $\pm 0,181 \text{ m}^3/\text{s}$  no primeiro período e de  $\pm 0,152 \text{ m}^3/\text{s}$  no segundo período, com uma redução na média de vazão entre os dois períodos de 20%.

Figura 6.15: Gráfico elaborado pelo IHA das vazões médias diárias da estação fluviométrica 45960001 em dois períodos.



Fonte: Próprio autor (2016)

Para a finalização da análise nas vazões de referência do rio Corrente, verificou-se as vazões mínimas de sete dias das estações fluviométricas e o fluxo de base que representa a relação entre a vazão mínima de sete dias e a vazão média (Tabela 6.3). Todos os resultados mostraram uma redução nas vazões mínimas de sete dias do rio Corrente, levando a uma diminuição na disponibilidade hídrica da bacia.

Tabela 6.3: Vazão mínima de 7 dias das estações fluviométricas e o fluxo de base em dois períodos.

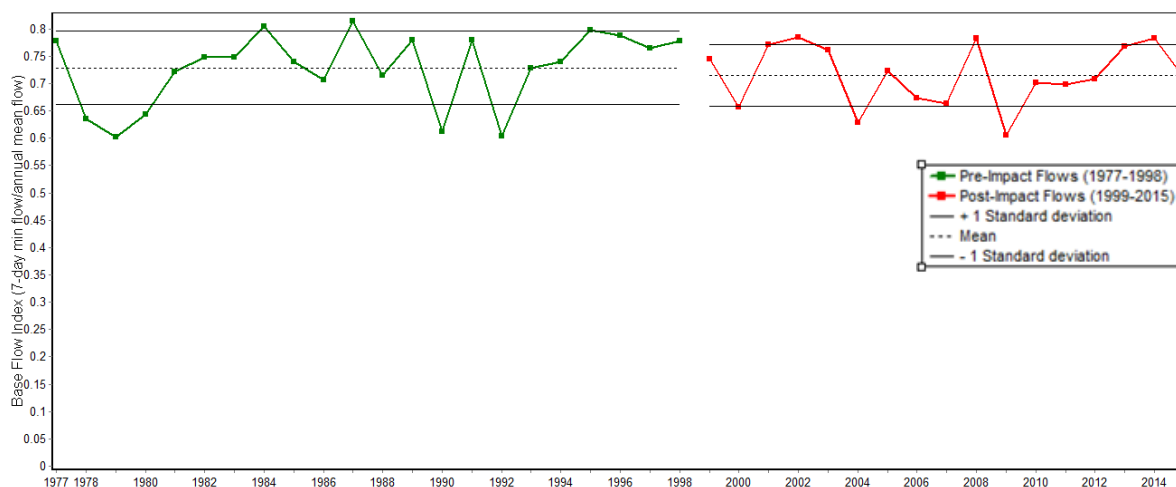
	Período	Fluxo de base ( $Q_{7min}/Q_{med}$ )	Vazões mínimas de 7 dias	Redução das vazões mínimas
<b>Estação</b> <b>45910001</b>	1977-1998	0,7496	167,2 m³/s	23%
	1999-2015	0,754	129,4 m³/s	
<b>Estação</b> <b>45960001</b>	1977-1998	0,7287	163,5 m³/s	21%
	1999-2015	0,7156	128,8 m³/s	

Fonte: Próprio autor (2016)

O rio Corrente demonstrou um escoamento regularizado e vazões mínimas quase que estáveis assim como o índice relativo de fluxo de base, informando que a vazão mínima de sete dias é cerca de 70% da vazão média, revelando uma

significativa da influencia da água subterrânea. Esse comportamento se repete durante todos os anos estudados, como mostrado na Figura 6.16.

Figura 6.16: Vazão mínima de sete dias entre o período de 1977 a 1998 e de 1999 a 2014.

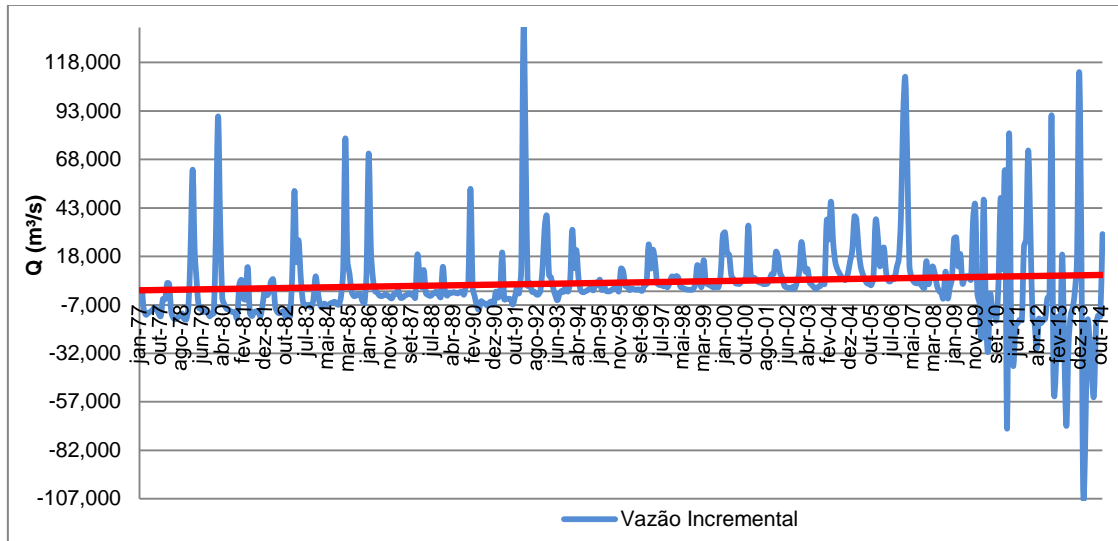


Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Esta estabilidade e regularização se dão pela contribuição do aquífero Urucuia para o rio Corrente apesar de épocas mais secas, o que remete a citação de Engelbrecht e Chang (2015) onde eles dizem que o aquífero Urucuia possui uma geração de valor de escoamento de 145 m<sup>3</sup>/s.

Vale ainda salientar que ao analisar a vazão incremental entre as estações fluviométricas 45910001 e 45960001 (Figura 6.17), a linha de tendência, representada pela equação  $y = 0,0006x - 15,632$ , manteve-se quase que estável durante o período de 1977 a 2014. Essa estabilidade se deve a contribuição do aquífero Urucuia para o escoamento superficial do rio Corrente.

Figura 6.17: Vazão incremental das estações 45910001 e 45960001.



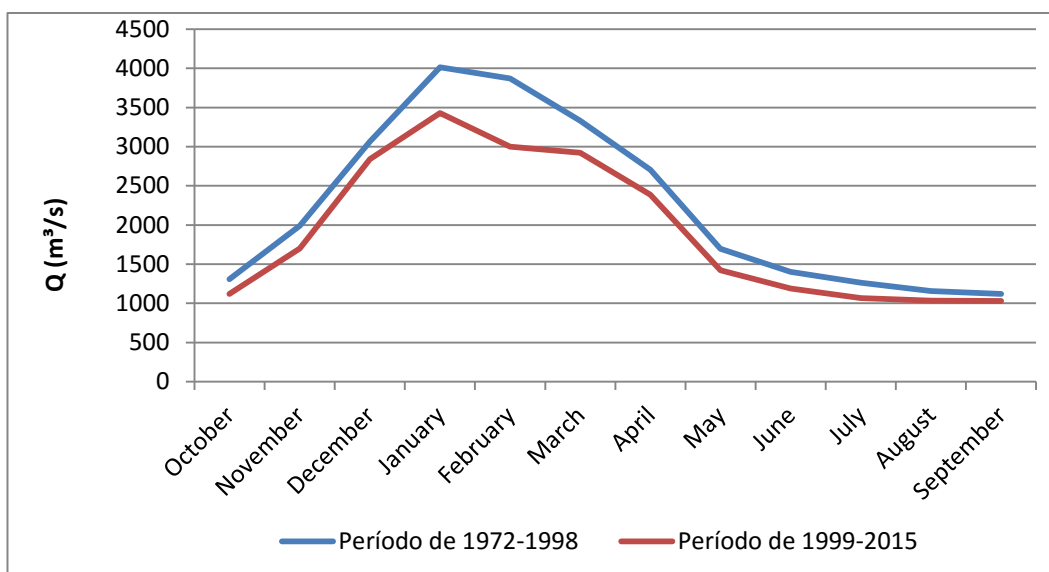
Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Nota-se também na Figura 6.17 o aumento da amplitude e frequência da variação de vazões do gráfico incremental das estações 45910001 e 45960001 a partir do ano de 2010, diferenciando este período dos anos anteriores. Esta mudança pode ser explicada pela captação das águas do rio Corrente para atendimento das demandas consuntivas.

#### 6.4 Vazão incremental durante o período de 1977 a 2014 do rio São Francisco

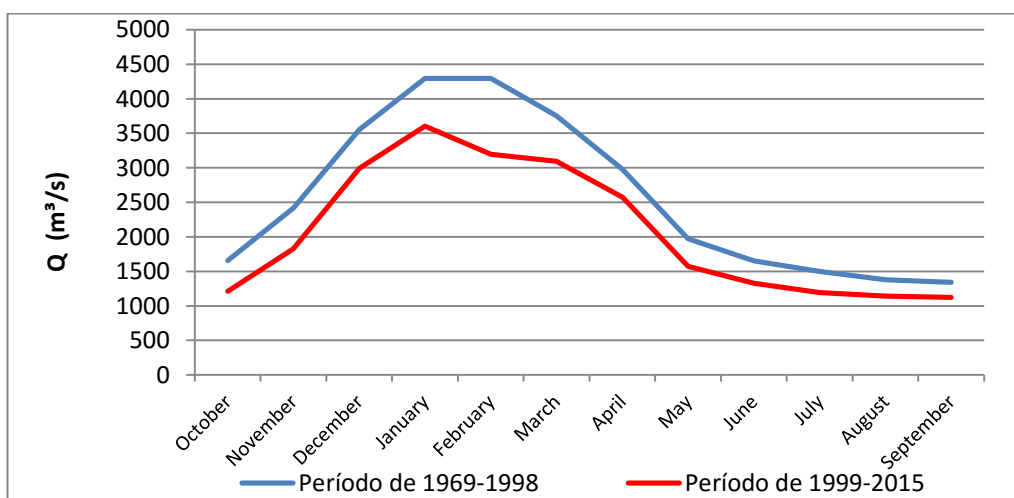
As estações fluviométricas 45480000 e 46035000 estão representadas respectivamente pela Figura 6.18 e Figura 6.19, ambas localizadas na calha do rio São Francisco. A perda da vazão média diária da estação 45480000 foi de 15%, com um valor de desvio padrão de  $\pm 0,357$  no período de 1972 à 1998 e de  $\pm 0,313$  no período de 1999 à 2015, enquanto que na estação de 46035000 teve uma redução na vazão média diária de aproximadamente 23% e cujo desvio padrão nas vazões do primeiro período foi de  $\pm 0,388$  e de  $\pm 0,302$  no segundo período estudado.

Figura 6.18: Gráfico elaborado pelo IHA das vazões médias diárias da estação fluviométrica 45480000 em dois períodos.



Fonte: Próprio autor (2016)

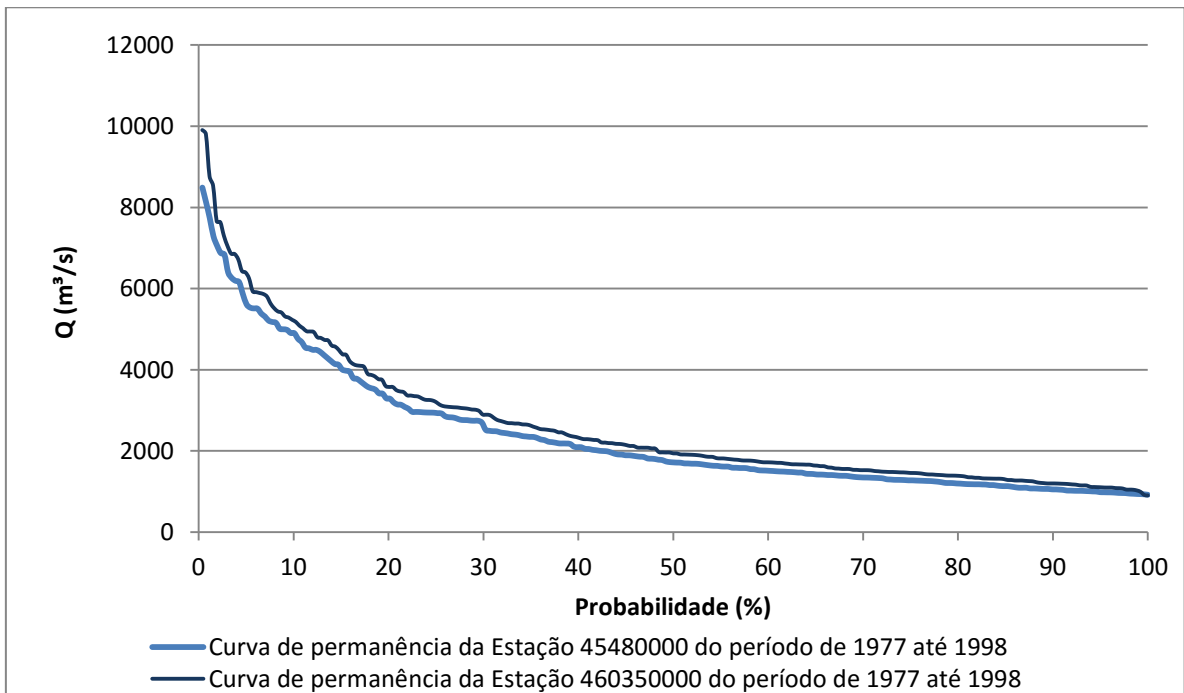
Figura 6.19: Gráfico elaborado pelo IHA das vazões médias diárias da estação fluviométrica 46035000 em dois períodos.



Fonte: Próprio autor (2016)

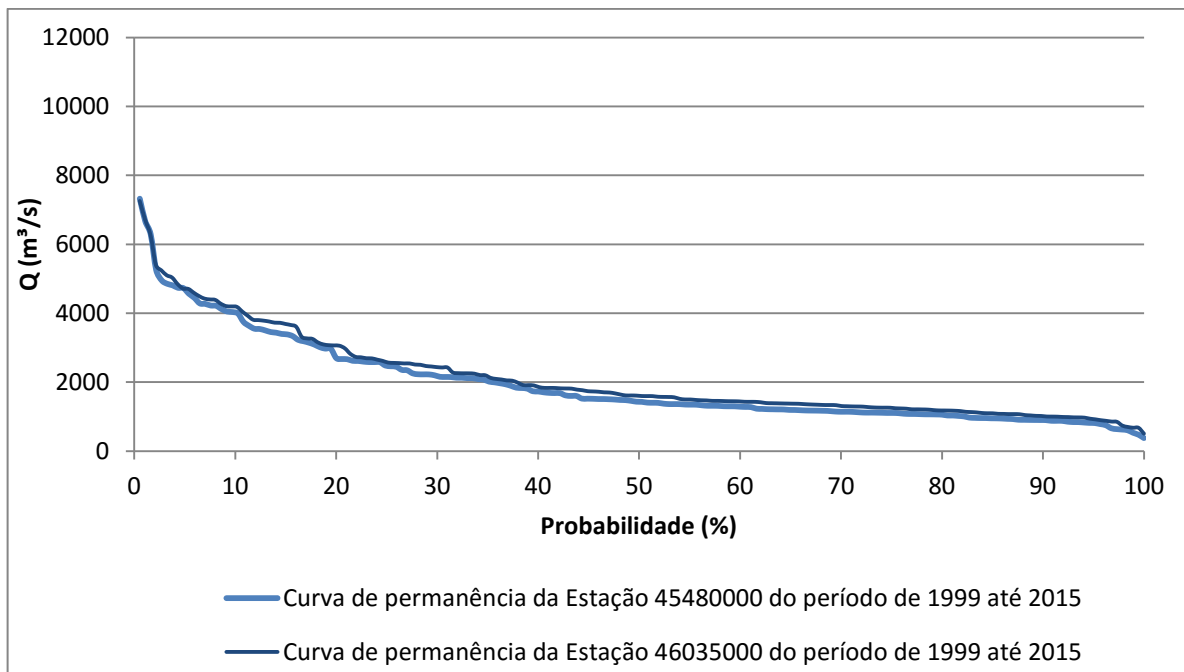
Com os dados de vazão média diária das estações fluviométricas 45480000 e 46035000 foram feitas as curvas de permanência considerando os dois períodos de análise definido para análise do rio Corrente sendo que a comparação foi feita entre os valores das estações conforme mostrado na Figura 6.20 e Figura 6.21.

Figura 6.20: Curva de permanência das vazões médias diárias das estações fluviométricas 45480000 e 46035000 no período de 1977 a 1998.



Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

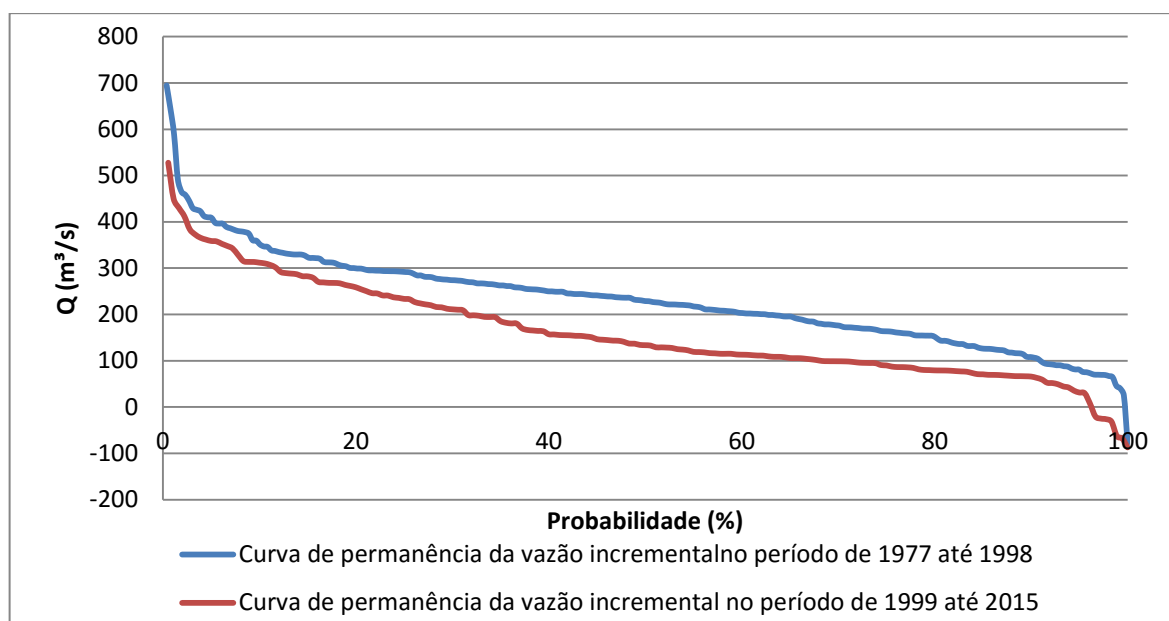
Figura 6.21: Curva de permanência das vazões médias diárias das estações fluviométricas 45480000 e 46035000 no período de 1999 a 2015.



Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Verificou-se a diminuição no afastamento entre as curvas de permanência para as duas estações no período mais recente. O que indica uma diminuição na vazão incremental nesse trecho. Para complementar essa análise a Figura 6.22 mostra a curva de permanência considerando as vazões incrementais mensais. Cabe ressaltar que para a determinação da vazão incremental entre as estações fluviométricas do rio São Francisco 45480000 e a 46035000 foram utilizadas as vazões médias mensais pelo fato de ocorrer uma defasagem no tempo de escoamento entre as estações maior que um dia. Esta defasagem foi detectada ao se calcular o tempo de concentração dessa bacia pelo método de Kirpich, achando um tempo 40,19 horas nesse trecho estudado.

Figura 6.22: Curva de permanência da vazão incremental das estações 45480000 e 46035000.



Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

A Figura 6.22 confirma a redução da contribuição da vazão incremental do rio São Francisco neste trecho, atingindo valores negativos.

Para a verificação do comportamento hidrológico do rio São Francisco foram analisadas as vazões mínimas de sete dias das duas estações fluviométricas (45480000 e 46035000). Ao compará-las em dois períodos verificou uma redução de 18% nas vazões mínimas para as duas estações (Tabela 6.4).



Tabela 6.4: Vazões mínimas e percentagem da redução das vazões mínimas das estações fluviométricas de código 45480000 e 46035000 em dois períodos.

	Período	Vazões mínimas	Redução das vazões mínimas
<b>Estação 45480000</b>	1969-1998	974,5 m <sup>3</sup> /s	18%
	1999-2015	799 m <sup>3</sup> /s	
<b>Estação 46035000</b>	1972-1998	1104 m <sup>3</sup> /s	18%
	1999-2015	900,5 m <sup>3</sup> /s	

Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Ao comparar os dados de vazão das estações fluviométricas localizadas na calha do rio São Francisco e da vazão incremental, observa-se pela Tabela 6.5 uma redução de 14,6% da  $Q_{90}$  na estação de código 45480000, uma redução de 16,3% da  $Q_{90}$  na estação de código 46035000 e uma expressiva redução da  $Q_{90}$  na vazão incremental entre essas estações.

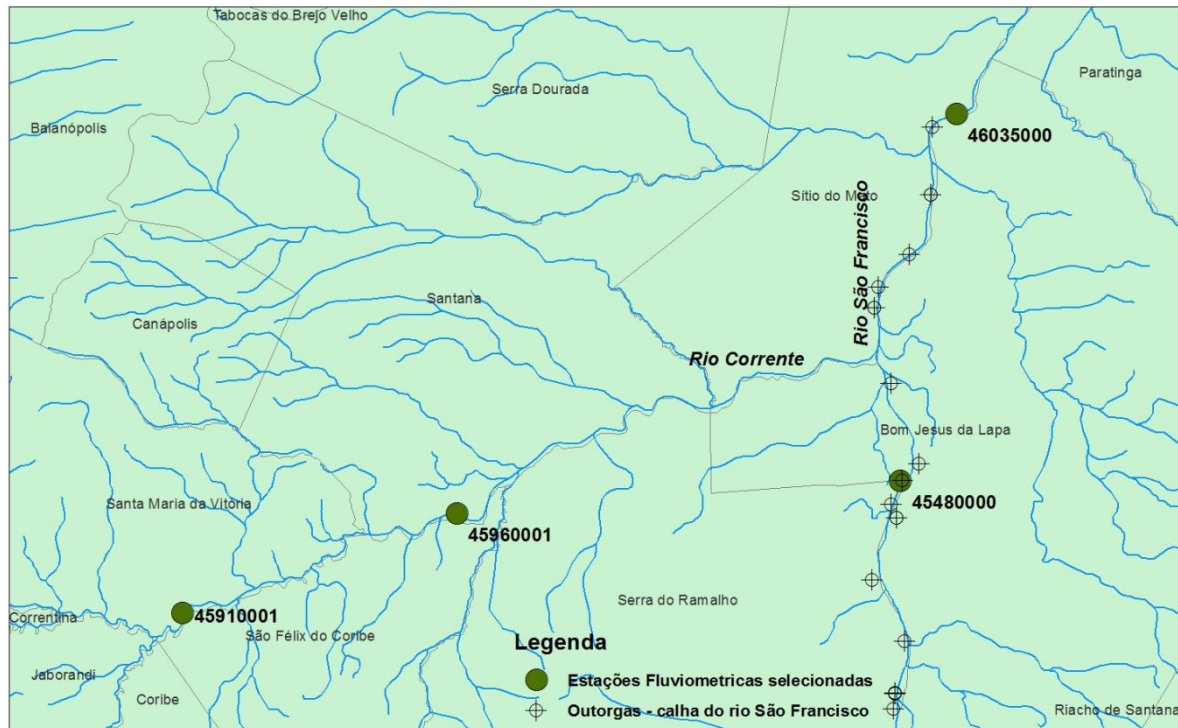
Tabela 6.5: Comparação das  $Q_{90}$  em dois períodos nas diferentes estações estudadas e na vazão incremental.

	Período 1 (de 1977 até 1998)	Período 2 (de 1999 até 2015)	Redução
<b>Estação 45480000</b>	1051,30 m <sup>3</sup> /s	897,69 m <sup>3</sup> /s	14,6%
<b>Estação 46035000</b>	1197,80 m <sup>3</sup> /s	1002,39 m <sup>3</sup> /s	16,3%
<b>Vazão incremental das estações 45480000 e 46035000</b>	106,69 m <sup>3</sup> /s	65,88 m <sup>3</sup> /s	38,3%

Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Assim como foi visto na análise do regime hidrológico do rio Corrente, as vazões de referência do rio São Francisco também sofreram reduções expressivas, principalmente a da vazão incremental. Essa grande redução no trecho entre as duas estações fluviométricas indicam o aumento da demanda de água na calha dos afluentes durante o período de estudo. A Figura 6.23 demonstra pontos de outorga de água na calha do rio São Francisco entre as estações 45480000 e 46035000, foram detectadas dez outorgas nesse trecho do rio totalizadas em 0,62 m<sup>3</sup>/s, uma demanda pouco expressiva, reforçando que a redução da vazão incremental se deve a captação superficial dos rios afluentes.

Figura 6.23: Pontos de outorga de água na calha do rio São Francisco entre as estações 45480000 e 46035000.



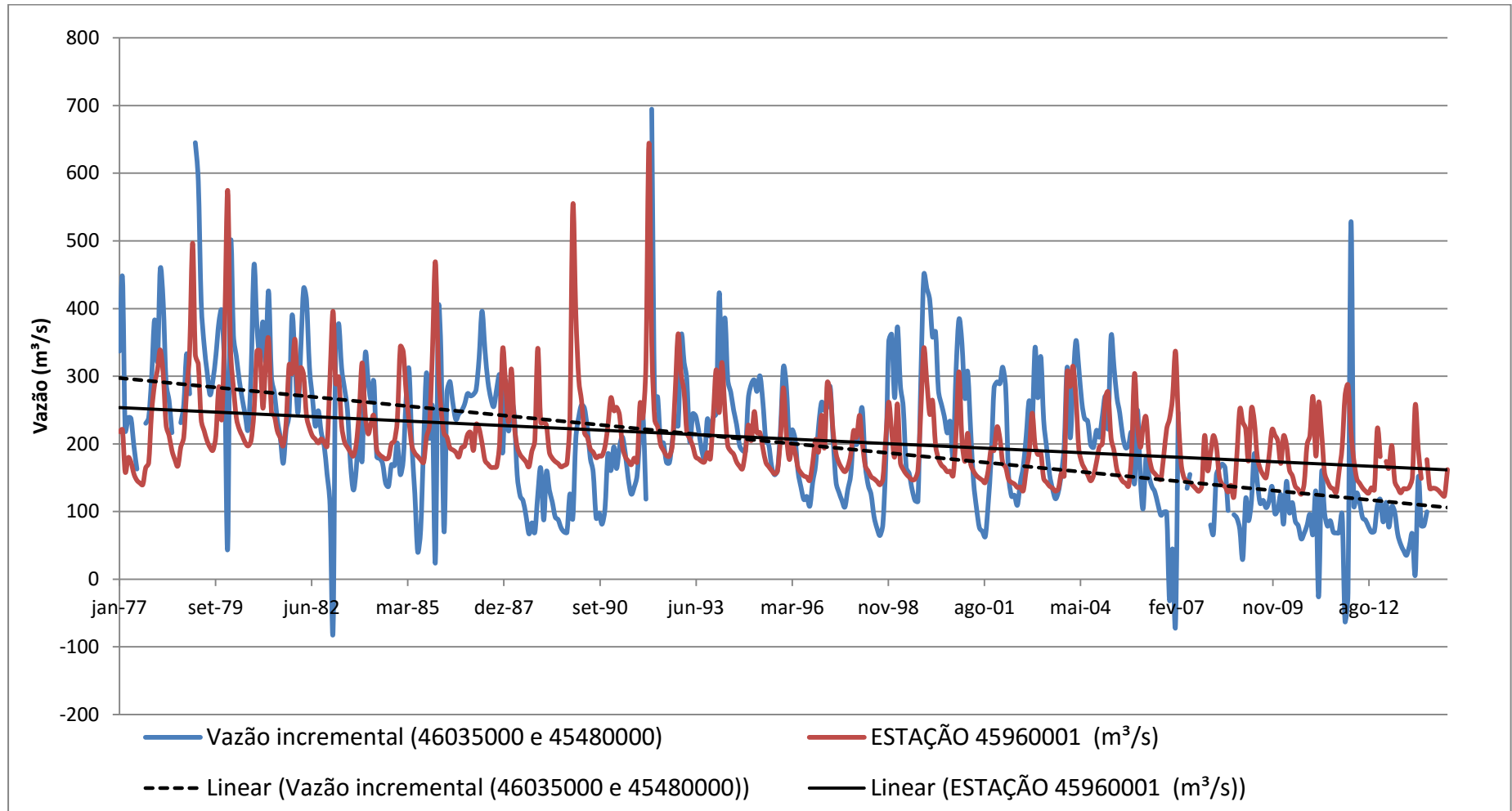
Fonte: Dados da ANA (2016)

## 6.5 Influência dos usos da água na bacia do rio Corrente na vazão do rio São Francisco

Para a avaliação da influência dos usos na bacia do rio Corrente na vazão do rio São Francisco foi feita uma comparação entre a vazão incremental das estações fluviométricas 45480000 e 46035000 (localizadas na calha do rio São Francisco) e a estação fluviométrica 45960001 (localizada no rio Corrente), no período de 1977 a 2014.

Através da análise da Figura 6.24, pode-se concluir uma redução das vazões da estação do rio Corrente durante o período estudado, o que pode ser comprovada pela equação da linha de tendência linear da estação 45960001, representada pela função decrescente  $y = -0,0138x + 686,4$ .

Figura 6.24: Comparação entre a diferença das vazões 45480000 e 46035000, e a vazão da estação 45960001, em m³/s.



Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

A diferença entre as vazões das estações 45480000 e 46035000, representada pela linha azul na Figura 6.24 é chamada de vazão incremental. A equação da linha de tendência dessa vazão é dada por  $y = -0,0067x + 441,23$ . Ao analisar esta função percebe-se uma redução também da vazão incremental.

Sendo a linha vermelha representante da vazão de contribuição do rio Corrente para o rio São Francisco, percebe-se em alguns pontos do gráfico a linha vermelha ultrapassando a linha azul superiormente. Isso indica que a vazão que deveria chegar à estação fluviométrica 46035001 está sendo desviada ou captada durante a calha do rio São Francisco, ou até mesmo durante a calha do rio Corrente, antes de chegar a sua foz.

A vazão média mensal do rio Corrente apresentada na estação fluviométrica 45960001 é de 207,75 m<sup>3</sup>/s, quando abatido desse valor 19,84 m<sup>3</sup>/s referente as outorgas a jusante dessa estação no ano de 2015, encontra-se um saldo de 187,91 m<sup>3</sup>/s que é direcionada à calha do rio São Francisco.

Para identificação de possíveis conflitos na área de estudo foi utilizado o método estabelecido por Moreira (2012). No rio Corrente, onde estão localizadas as estações 45910001 e a 45960001, a vazão outorgada é de 60,96 m<sup>3</sup>/s (INEMA, 2015), a percentagem passível de ser outorgada na Bahia é 80% da Q<sub>90</sub>. Dessa forma tem-se:

As estações 45480000 e 46035000 estão localizadas no curso d'água do rio São Francisco, cuja vazão outorgado desse rio é de 166 m<sup>3</sup>/s (NEMUS, 2016). Dessa forma tem-se a Tabela 6.6 com os valores dos parâmetros necessários e os resultados do  $i_{cg}$  e  $i_{cp}$ :

Tabela 6.6: Tabela do  $i_{cg}$  e  $i_{cp}$  das estações fluviométricas estudadas.

ESTAÇÃO	Q <sub>out</sub> (m <sup>3</sup> /s)	X	Q <sub>mr</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>mld</sub> (m <sup>3</sup> /s)	i <sub>cg</sub>	i <sub>cp</sub>
45910001	60,96	0,80	166,48	224,77	0,46	0,27
45960001	60,96	0,80	166,05	226,98	0,46	0,27
45480000	166	0,80	1051,30	2362,75	0,2	0,07
46035000	166	0,80	1197,80	2623,37	0,17	0,06

Fonte: Dados do Hidroweb (2015)

Analisando os resultados, todos os Índices de conflito pelo uso da água na gestão de recursos hídricos estão em situação na qual as vazões outorgadas encontram-se dentro dos limites legais. Indicando que é baixo o risco de conflitos por água. Com relação ao Índice de conflito pelo uso da água no planejamento dos recursos hídricos tem que todas as estações fluviométricas estão em uma situação na qual existindo o conflito pelo uso da água, ainda se pode contorná-lo com a adoção de medidas estruturais.

## 7 CONCLUSÃO

O estudo mostrou uma tendência de redução nas precipitações nas áreas mais altas da bacia do rio Corrente influenciando na disponibilidade hídrica nesta bacia. Ela é marcada por períodos distintos em seu regime hidrológico, um período chuvoso (de outubro a março) e um período mais seco (de abril a setembro). O ano hidrológico dessa bacia inicia em outubro e finaliza em setembro.

As vazões na calha do rio Corrente sempre se apresentam acima de 100 m<sup>3</sup>/s, sinalizando a manutenção do seu fluxo por contribuição das águas subterrâneas, apesar do acréscimo de 3,29 m<sup>3</sup>/s nas demandas de água nessa bacia entre os anos de 2012 e 2015.

Com o aumento das demandas e a redução das chuvas, a bacia do rio Corrente apresentou redução nos valores da Q<sub>90</sub> variando entre 19% e 19,5% para as estações 45910001 e 45960001 respectivamente, quando comparadas entre os períodos de 1977 a 1998 e de 1999 a 2015. Também foi constatada uma redução da vazão mínima nas duas estações fluviométricas, apesar do fluxo de base se mostrar constante entre os dois períodos estudados.

O estudo da vazão incremental entre as estações fluviométricas de código 45480000 e 46035000, comparada com a vazão de contribuição do rio Corrente mostrou que parte da vazão que deveria chegar à estação fluviométrica mais a jusante do rio São Francisco escolhida para o estudo (código 46035000), se perde durante o percurso.

Ao longo dos anos, com o aumento dos usos consuntivos e períodos mais secos na bacia do rio Corrente fizeram com que a vazão que chega a foz deste rio, localizada no rio São Francisco, tenha sofrido reduções. Essas reduções provocaram um abatimento no somatório das vazões que chegam as estações fluviométricas localizadas à jusante da foz do rio Corrente, no rio São Francisco. Permitindo constatar a influência dos usos consuntivos da água do rio Corrente na vazão do rio São Francisco.

Um ponto que vale salientar é a forma como são definidas as vazões mínimas para o referenciamento da outorga. As séries históricas que são utilizadas como bases para estimar as vazões mínimas de referência, são consideradas estacionárias, uma vez que não se considera os efeitos da variabilidade climática, do uso e ocupação do solo e o aumento das demandas. Estes fatores proporcionam valores de vazão mínima defasados, baseados em cenários passados.

Com o crescimento do agronegócio na região oeste da Bahia, tem-se como recomendação, analisar especificamente as plantações cultivadas na região, as características socioeconômicas da população da bacia do rio Corrente e o crescimento da pecuária.

Faz-se necessário um estudo sobre a vulnerabilidade do aquífero Urucua, pois este se mostra um fator preponderante para a manutenção das vazões perenes e que vem sendo altamente demandado pelos diversos usos da água sem fiscalização.

Recomenda-se uma análise das influências da bacia do rio Corrente e da bacia do rio Grande na vazão do rio São Francisco, por serem as bacias de maior contribuição hídrica na região do Médio São Francisco.

Aconselha-se separar a influência da chuva e o fluxo de base por metodologia estatística ou por modelagem matemática.

Por fim, propõe-se o planejamento conjunto entre a Gestão Federal e a Gestão Estadual dos rios brasileiro; com intuito de garantir o uso racional dos recursos hídricos..

## REFERÊNCIAS

ANA. **Disponibilidade e demanda de recursos hídricos no Brasil** Caderno de Recursos Hídricos, 2007.

ANA. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos - Outorga de Direito de uso de Recursos Hídricos**, 2011.

ANA. Coordenação de Outorga. **Agência Nacional de Águas**, p. 5–7, 2015.

ANA. **Demandas e Usos Múltiplos**. p. 86 – 139, 2013a.

ANA. Manual de Procedimentos técnicos e Administrativos de Outorga de Direito de uso de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas. p. 252, 2013b.

ARAÚJO, B. A. M. DE. **Alocação de Água no Ceará: Diagnóstico e Desafios**. 2012.

BAHIA. **Identidade Bacia do Rio Corrente- PLANO TERRITORIAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - PTDS**. 2010.

BAHIA. LEI Nº 11.612 DE 08 DE OUTUBRO DE 2009 **Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências**. Salvador. Bahia. Disponível em: < [http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/Lei\\_11612\[1\].pdf](http://www.seia.ba.gov.br/sites/default/files/legislation/Lei_11612[1].pdf)>. Acesso em 10 fev. 2016.

BAHIA. Ministério Público do Estado da Bahia. **Manual de Apoio Jurídico ao Promotor de Justiça do Meio Ambiente MANUAL DAS ÁGUAS: CONSIDERAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS E A GESTÃO DAS ÁGUAS NO ESTADO DA BAHIA**. Salvador. Bahia. 2014. Disponível em: < [http://www.ceama.mp.ba.gov.br/biblioteca-virtual-ceama/doc\\_view/3706-manual-das-aguas.html](http://www.ceama.mp.ba.gov.br/biblioteca-virtual-ceama/doc_view/3706-manual-das-aguas.html)> Acesso em 23 nov. 2015.

BOMFIM, F.; GOMES, R. **Aquífero Urucuia - Geometria e espesura: Idéias para discussão**. v. 9302, n. 71. Disponível em: < [http://www.cprm.gov.br/publique/media/aquifero\\_urucuia.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/aquifero_urucuia.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2016

BRANCO, O. E. D. A. **Avaliação da disponibilidade hídrica: conceitos e aplicabilidade**. 2006.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: <



<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>>. Acesso em: 10 nov. 2015

BRASIL. **Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000.** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9984.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9984.htm)>. Acesso em: 13 dez.2015

BRASIL. Portaria nº 9650, de 24 de abril de 2015. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Salvador, BA, 25 dez 2015. Seção 1, p. 35.

BRASIL. Portaria nº 9651, de 24 de abril de 2015. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Salvador, BA, 25 dez 2015. Seção 1, p. 36.

CAMPOS, J.; OLIVEIRA, L. **Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Urucuia: bacias hidrográficas dos rios Arrojado e Formoso.** CPRM/FINEP, Salvador, p. 55 p., 2005.

CHANG, H. K. Interação Água Superficial e Subterrânea no Sistema Aquífero Urucuia. 2014.

CODEVASF. **Distrito de Irrigação Formoso - DIF.** 2003

CODEVASF. **Formoso A/H.** 2015. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/elenco-de-projetos/formoso-a-h>>. Acesso em: 29 set. 2015.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. **Introduzindo Hidrologia.** 2008

CRUZ, J. C.; TUCCI, C. E. M. **Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva de Permanência.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, n. 1, p. 111–124, 2008.

DISTRITO de Irrigação Formoso - DIF. **O Projeto Formoso.** 2015. Disponível em:< [http://www.districtoformoso.com.br/site/?page\\_id=13](http://www.districtoformoso.com.br/site/?page_id=13)>. Acesso em 29 set. 2015

ENGELBRECHT, B. Z.; CHANG, H. K. Simulação numérica do fluxo de águas do Sistema Aquífero Urucuia na Bacia Hidrogeológica do rio Corrente (BA). **PhD Proposal**, v. 1, p. 244–256, 2015.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. Anuário Estatístico de Energia Elétrica. v. 1, 2014.

FERREIRA, D. B. **Relação entre a variabilidade da precipitação e a produtividade agrícola de soja e milho nas regiões sul e sudeste do Brasil.** p. 125, 2006.

GALVÍNCIO, J. D. **Balanço Hídrico à Superfície da Bacia Hidrográfica do Açude Epitácio Pessoa.** v. 11, p. 135–146, 2006.

GOOGLE. Google Earth. Version 7.1.2.2041. 2013. Nota (Vista do Projeto Formoso A/H).. Acesso em: 29 set. 2015

HEINZE, B. C. L. B. A importância da agricultura irrigada para o desenvolvimento da região nordeste do Brasil. p. 70, 2002.

IICA. **Balanço Hídrico Para a Revisão Do Plano Estadual De Recursos Hídricos,** 2012.

INEMA. Nota técnica. **NT 02/2015 - Usuários do Rio Corrente.** 2015.

KLEN, E. P. et al. **Associação Do Processamento Digital De Imagens Ao Uso De Parâmetros Morfométricos Na Definição De Unidades De Paisagem Da Bacia Do Rio Corrente - Ba.** 2011, v. 5, p. 87–99, 2011.

LEITE, M. E. et al. O Uso Do Solo E O Conflito Por Água No Alto Rio Riachão – Norte De Minas Gerais : Uma Análise Auxiliada Pelas Geotecnologias Land Use and Water Conflict At Upper Riachão River in Northern of Minas Gerais : an Analysis. v. 1, p. 46–55, 2010.

MARENGO, J. A. **Água e mudanças climáticas. Estudos Avançados,** v. 22, n. 63, p. 83–96, 2008.

MATOS, J. S.; PEREIRA, J. S. A **Política de Recursos Hídricos no Estado da Bahia.** RIGS - Revista Interdisciplinar de Gestão Social, v. 1, p. 149–159. Salvador, 2012.

MENDES, L. A. **O IMPACTO DOS USOS CONSUNTIVOS NA OPERAÇÃO DE SISTEMAS DE RESERVATÓRIO PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.** 2012.

MOREIRA, M. C. et al. Índices de Conflito pelo uso da Água da Bacia do Ribeirão entre Ribeiros. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos,** v. 19, n. 1, p. 221–228, 2014.

NEMUS. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio São Francisco,** 2016-2025. v. 1, p. 237, 2016.

PARANÁ. **Plano da bacia hidrográfica do paraná 3 demandas hídricas atuais - usos não consuntivos,** 2011.

PEREIRA, D. S. P.; JOHNSON, R. M. F. **Descentralização da gestão dos recursos hídricos em bacias nacionais no Brasil**. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 2, p. 53–72, 2005.

PORTO, M. F. A.; PORTO, L. L. P. **Gestão de bacias hidrográficas**. v. 22, n. 63, p. 43–60, 2008.

RAMINA, R. H. **COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO AGB - PEIXE VIVO**. n. 14, 2014.

RUFINO, A. C. DA S.; VIEIRA, Z. M. D. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. **Análise de conflitos em bacias interestaduais**. 2006.

SANTOS, Sebastião Veloso dos. **Sebastião Veloso dos Santos**, Analista em Desenvolvimento Regional da CODEVASF: depoimento [28 maio]. Entrevistadora: Polyana Alcântara Galvão dos Reis. Bom Jesus da Lapa - BA 2015

SECULT. **Perfil do Território de Identidade - Bacia do rio Corrente**. 2009.

SEIA. **Regularização Ambiental na Bahia**. 2015

SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS. Disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br>

TUCCI, C.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO, O. M. N. **A gestão da água no Brasil: uma primeira avaliação da situação atual e das perspectivas para 2025**. Agência Nacional da Água, p. 145, 2000.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. **Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 1, p. 55–64, 2010.

VIEIRA, Z. M. D. C. L. **Metodologia de análise de conflitos na implantação de medidas de gestão da demanda da água**. p. 288, 2008.

## APÊNDICE: Visita ao perímetro irrigado Projeto Formoso A/H

1 - Ponto de captação do canal principal da água do Rio Corrente.



Fonte: Próprio autor (2015)

2- Tanque que armazena a água captada do canal principal.



Fonte: Próprio autor (2015)

### 3- Conjunto motor-bomba.



Fonte: Próprio autor (2015)

### 4- Estação de pressurização e controle mecanizado de irrigação.



Fonte: Próprio autor (2015)



5- Plantação de banana em um dos loteamentos do Projeto Formoso A



Fonte: Próprio autor (2015)

6- Minibomba que abastece mangueiras espalhadas no lote.



Fonte: Jarbas Fernandes (2015)

7- Tomada de água Estação de Tratamento de Água da vila, cuja a água é do rio Corrente.



Fonte: Próprio autor (2015)

8- Estação de Bombeamento de Água.



Fonte: Próprio autor (2015)



9- Sistema motor-bomba da Estação de Bombeamento.



Fonte: Próprio autor (2015)

10- Aqueduto utilizado para vencer o desnível de 31m do rio Corrente aos lotes.



Fonte: Próprio autor (2015)



11- Sala de controle das bombas de captação do Projeto Formoso A.



Fonte: Próprio autor (2015)

12- Sistema para combater o golpe de aríete do Projeto Formoso H



Fonte: Próprio autor (2015)

13- Sistema para combater o golpe de aríete do Projeto Formoso H.



Fonte: Jarbas Fernandes(2015)

14- Pivôs centrais usados para irrigação da plantação de feijão.



Fonte: Próprio autor (2015)