



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Roberto Marques Lopes da Silva

**DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO PROJETO DE
IRRIGAÇÃO MANUEL ALVES LOCALIZADO EM DIANÓPOLIS - TO**

**Palmas
2015**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Roberto Marques Lopes da Silva

**DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO PROJETO DE
IRRIGAÇÃO MANUEL ALVES LOCALIZADO EM DIANÓPOLIS - TO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito final da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia Civil, orientado pelo Professor Mestre Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

**Palmas
2015**



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

ROBERTO MARQUES LOPES DA SILVA

DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO MANUEL ALVES LOCALIZADO EM DIANÓPOLIS - TO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito final da
disciplina Trabalho de Conclusão de Curso
II do curso de Engenharia Civil, orientado
pelo Professor Mestre Carlos Spartacus da
Silva Oliveira.

APROVADO EM 27/11/15



Prof. M.Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. M.Sc. Edivaldo Alves dos Santos.
Centro Universitário Luterano de Palmas



Prof. M.Sc. Jacqueline Henrique
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas
2015

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus, que me guia, me protege e me dá a vida, pois sem Ele nem teria começado este trabalho!

À minha família, pelo apoio, o carinho e a compreensão, pelo exemplo de dignidade, de luta e de postura diante da vida. Pela paciência de não ter o filho presente quando precisaram, pela tolerância de serem muitas vezes trocados pelo trabalho e pelo estímulo que sempre representaram para eu fazer cada dia mais e melhor.

Ao Prof. MS.c. Carlos Spartacus da Silva Oliveira, obrigado pelos ensinamentos e pelas contribuições valiosas, pela oportunidade de aprendizado e pela compreensão!

Ao CEULP (Centro Universitário Luterano de Palmas) pela oportunidade de crescimento e de poder ver o mundo de forma diferente.

Aos funcionários da Coordenação de Engenharia Civil, em especial a Jhulia e Maressa, que sempre nos atenderam com cordialidade.

Aos meus amigos de curso, pela convivência enriquecedora durante todos esses anos, tanto pela amizade no campo pessoal como pelas discussões e construções no campo profissional.

Ao meu amigo Hafaga, pelos conselhos e pela disposição em ajudar a formatação e revisão dos textos, pois sem eles dificilmente conseguiria chegar a esse resultado. Agradeço o incentivo e o apoio dado em todo o transcorrer deste trabalho.

Aos meus amigos Dorath, Nelson e Rayana, pela longa caminhada que compartilhamos, noites em claro e vários momentos de descontração e felicidade, sempre estiveram próximos e me proporcionou uma convivência enriquecedora, tanto pela amizade, incentivo, paciência, demonstrando também confiança e imensa paz.

À banca examinadora pela disponibilidade em participar deste trabalho, trazendo contribuições necessárias ao desenvolvimento do mesmo.

A realização deste estudo não seria possível sem a generosa e cordial colaboração de um grande número de pessoas, com as quais gostaria de dividir os méritos dos resultados apresentados neste trabalho.

*Que os vossos esforços desafiem as
impossibilidades, lembrai-vos de
que as grandes coisas do homem
foram conquistadas do que
parecia impossível*

Charlie Chaplin.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	11
LISTA DE QUADROS E TABELAS	12
LISTA DE ABREVIATURAS	13
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	16
1.1.1. Objetivo Geral	16
1.1.2. Objetivos Específicos	16
2. REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 Ciclo Hidrológico	17
2.2 Bacia Hidrográfica	18
2.2.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica	19
2.2.2 Fisiografia da Bacia Hidrográfica	20
2.3 O Gerenciamento de Bacias Hidrográficas	25
2.4 Legislação da Bacia Hidrográfica	26
2.4.1 Outorga de Direito de Uso da Água	28
2.4.2 Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos	28
2.4.3 Comitês de Bacia Hidrográfica	29
2.5 Irrigação	31
2.6 O Projeto de Irrigação Manuel Alves	33
3. METODOLOGIA	35
3.1 Área de Estudo	36
3.2 Materiais Utilizados	37
3.2.1 Dados Caracterização da Bacia Hidrográfica	37
3.2.2 Dados para o Balanço Hídrico	37
3.2.3 Parâmetros para o Gerenciamento da Bacia Hidrográfica	37
3.3 Equipamentos e Softwares	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 Bacia Hidrográfica do Rio Manuel Alves	39
4.2 Balanço Hídrico	40
4.3 Uso do solo e cobertura vegetal	42
4.4 Recursos hídricos	44
4.5 Demandas hídricas	46
4.6 Enquadramento dos corpos de água	47
4.7 Fraquezas e ameaças na Bacia do Rio Manuel Alves	50

4.7.1	Desmatamento e queimadas.....	50
4.7.2	Manejo inadequado do solo.....	51
4.7.3	Práticas não autorizadas de exploração vegetal	52
4.7.4	Falta de infraestrutura hídrica e sanitária da Zona Rural da Bacia.....	53
4.8	Ações e intervenções voltadas ao desenvolvimento da Bacia	54
5.	CONCLUSÕES	60
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	62

RESUMO

Esse estudo foi realizado buscando entender o funcionamento efetivo do gerenciamento dos recursos hídricos, a fim de garantir o exercício da legislação que prevê o uso múltiplo da água de forma racional, para minimizar os futuros impactos e problemas relacionados a escassez da água na região sudeste do estado do Tocantins. Localizado no município de Dianópolis, Estado do Tocantins. O Projeto de Irrigação da Área Piloto do rio Manuel Alves, insere-se num conjunto de ações integradas que visam, dentre outros objetivos do Programa de Perenização do Estado do Tocantins (PROPERTINS), o aproveitamento hidroagrícola, a introdução da tecnologia de irrigação e o desenvolvimento da fruticultura irrigada na região. A elaboração do presente estudo foi realizada através de pesquisa teórica, bibliográfica e de campo. As séries históricas de vazões dos postos fluviométricos da região hidrográfica analisada foram adquiridos junto ao banco de dados do sistema Hidro da Agência Nacional de Águas – ANA. Os censos populacionais, agropecuários e os dados técnicos foram adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Os métodos envolvem técnicas de processamento de dados, sensoriamento remoto e trabalho de campo, para coleta de informações, utilização de cartas, mapas, imagens e dados secundários. A bacia hidrográfica do Rio Manuel Alves possui um grande potencial hídrico, após a construção da Barragem Manuel Alves prevista no Projeto de Irrigação a vazão que era de 22,1m³/s saltou para 33,0m³/s, o que garante um bom desenvolvimento regional, se gerenciado corretamente. Foram propostas uma série de ações voltadas a solucionar os principais entraves enfrentados pela Bacia do Rio Manuel Alves de modo a apoiar as intervenções necessárias para a promoção do desenvolvimento da Bacia, aprimorando o modelo de gestão dos recursos hídricos empregado na mesma, capacitando a população para o efetivo funcionamento do manejo dos recursos hídricos, fornecendo diretrizes para o aproveitamento de forma racional e sustentável da água.

Palavras chave: Bacia Hidrográfica, Gerenciamento de Recursos Hídricos, Irrigação.

ABSTRACT

This study was conducted in order to understand the effective functioning of the management of water resources to guarantee the exercise of the legislation which provides for the multiple rational use of water to minimize future impacts and problems related to shortage of this benefit in southeastern the state of Tocantins. Located in the municipality of Dianópolis, Tocantins State. The area of the river Pilot Irrigation Project Manuel Alves, is part of a set of integrated actions aimed, among other objectives of the Perpetuation Program of the State of Tocantins (PROPERTINS), the farming irrigation project, the introduction of irrigation technology and development of irrigated horticulture in the region. The preparation of the present study was conducted through theoretical research, bibliographic and field. The historical series of flows of fluviometric stations of river basin districts examined were purchased by the Hydro System database of the National Water Agency - ANA. Population, agricultural census and technical data were acquired by the Brazilian Institute of Geography and Statistics - IBGE and the Brazilian Agricultural Research Corporation - Embrapa. The methods involve data processing techniques, remote sensing and field work to collect information, using charts, maps, images and secondary data. The watershed of the Manuel Alves river has a large hydropower potential, with records of flow rates up to 24,064 square meters per second, which ensures a good regional development, if managed properly. It has been proposed a number of actions to address the main obstacles faced by the Manuel Alves river Basin to support the necessary interventions for the promotion of the Basin development, improving the management model of water resources used in it, enabling the population to the effective functioning of the management of water resources, providing guidelines for the use of rational and sustainable water.

Keywords: hydrographic basin; management of water resources; irrigation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Componentes do ciclo hidrológico	17
Figura 2 - Componentes principais de uma bacia hidrográfica	19
Figura 3 - Forma da bacia hidrográfica	21
Figura 4 - Ordem dos cursos d'água	23
Figura 5 - Sinuosidade do curso principal	24
Figura 6 - Sistema de Irrigação	31
Figura 7 - Irrigação no Projeto Manuel Alves.....	32
Figura 8 - Concepção básica do Projeto de Irrigação Manuel Alves	33
Figura 9 - Visão geral da área do barramento do reservatório.....	34
Figura 10 - Localização da área de estudo	36
Figura 11 - Divisão Política Administrativa com as respectivas densidades demográficas dos municípios integrantes da bacia do rio Manuel Alves.....	39
Figura 12 - Balanço Hídrico Mensal (Precipitação – Evaporação).....	41
Figura 13 - Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano.....	42
Figura 14 - Vegetação ciliar da bacia hidrográfica do Rio Manuel Alves	42
Figura 15 - Vegetação ciliar da área alagada	43
Figura 16 - Mapa com pontos de medição de Vazão da Bacia do rio Manuel Alves.....	44
Figura 17 - Enquadramento da Bacia do Rio Manuel Alves	49
Figura 18 - Foco de queimada na Bacia do Rio Manuel Alves	51
Figura 19 - Voçorocas decorrentes de más condições de drenagem	51
Figura 20 - Construção de muros de pedras para combate à erosão	52
Figura 21 - Domicílio rural em situação precária.....	53

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Caracterização política administrativa e demográfica dos municípios da bacia do rio Manuel Alves.	40
Tabela 2 - Disponibilidades hídricas estimadas através de correlação com vazões instantâneas na bacia do rio Manuel Alves.	45
Tabela 3 - Demanda de água para o abastecimento doméstico (m³/s).	46
Tabela 4 - Demanda de água para irrigação (m³/s).	47
Tabela 5 - Demanda total de água na Bacia (m³/s).	47
Tabela 6 - Tipos de uso por classe de enquadramento (Resolução CONAMA 357/05).	48

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
SERH	Sistema Estadual de Recursos Hídricos
SRHMA	Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente

1. INTRODUÇÃO

A crise ambiental, um dos maiores desafios do Planeta, é resultado do modelo de desenvolvimento que se tomou como paradigma, onde o recurso natural vem diminuindo e comprometendo a qualidade de vida e os sistemas econômicos.

O crescente e exponencial aumento da população mundial, o desenvolvimento urbano e a expansão industrial, resultado de uma sociedade que está se modernizando, sem os devidos cuidados de proteção e preservação ambiental, está associada a situações de carência de água. Este problema ganha dimensões preocupantes, quando se sabe que a água é um bem finito e cada vez mais escasso, não é somente um recurso natural essencial a subsistência do homem, mas também fator condicionante do desenvolvimento econômico e do bem-estar social.

O gerenciamento dos recursos hídricos é um processo participativo, interativo, contínuo e adaptativo, que insere diversas atividades associadas, no intuito de se alcançar as metas e objetivos pré-determinados pela legislação que regulamenta o uso racional da água. Neste sentido a gestão dos recursos hídricos é um instrumento que orienta a sociedade e o Poder Público na utilização e no monitoramento do uso da água, objetivando a promoção do desenvolvimento sustentável na área de abrangência de uma bacia hidrográfica.

A região sudeste do Estado do Tocantins apresenta, de modo geral, baixa precipitação anual se relacionada com as demais regiões do Estado. Em sua maior parte, considerando da área oeste até a central, os índices anuais variam entre 1.200mm a 1.300mm. Nas divisas dos municípios de Dianópolis, Novo Jardim e Ponte Alta do Bom Jesus, a precipitação média fica entre 1.700mm e 1.900mm anuais.

Inserido no programa implementado pelo Governo do Estado do Tocantins que visa perenizar a disponibilidade de água em diversas bacias e sub-bacias hidrográficas, o Projeto de Irrigação da Área Piloto do Rio Manuel Alves, no município de Dianópolis, que abrange 8.348,32 ha, com finalidade de exploração da fruticultura irrigada, visa alavancar o desenvolvimento desta região que sofre com a estiagem e falta de recursos hídricos para suas atividades.

Contudo se faz necessário um estudo que visa entender o funcionamento efetivo do gerenciamento dos recursos hídricos, a fim de garantir o exercício da legislação que prevê o uso múltiplo da água de forma racional. Minimizando os futuros impactos e problemas relacionados a escassez da água nesta região que constantemente sofre com a falta de água, fator primordial para o desenvolvimento econômico regional, o bem-estar da população e a preservação ambiental.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

- Diagnosticar a atual situação da gestão dos recursos hídricos que fomentam o Projeto de Irrigação “Manuel Alves”.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar a área de influência da bacia hidrográfica do Projeto de Irrigação Manuel Alves.
 - Apresentar demandas hídricas setoriais.
 - Analisar balanços hídricos regionais já existentes da Bacia do Rio Manuel Alves.
 - Apresentar as fraquezas e ameaças para a Bacia Hidrográfica.
 - Propor, com base nos dados obtidos, um gerenciamento efetivo dos recursos hídricos do Projeto Manuel Alves de Irrigação, através de ações para mitigar os problemas enfrentados na Bacia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Ciclo Hidrológico

O gerenciamento de recursos hídricos tem como alicerce, o princípio fundamental referente à água, o ciclo hidrológico. Segundo Tucci (1993), ciclo hidrológico compreende o fluxo da água entre os continentes, oceanos e atmosfera, com a mudança constantemente das propriedades físicas da água, cujo o impulso desse trânsito é a energia solar. Para Righetto (1998) ciclo hidrológico é um processo natural de evaporação, condensação, precipitação, detenção e escoamento superficiais, infiltração, percolação da água no solo, escoamento fluviais e interações entre esses escoamentos. Speidel et. al (1988), defende, também, que a precipitação pluvial, evaporação, infiltração e drenagem da água são os principais elementos deste processo. Conquanto, a origem das nuvens é explicada pelo processo de aquecimento de dada região próxima ao solo, que, conseqüentemente, aquece a água fazendo com que a mesma seja evaporada e transpirada, acarretando o acúmulo do vapor e originando as nuvens.

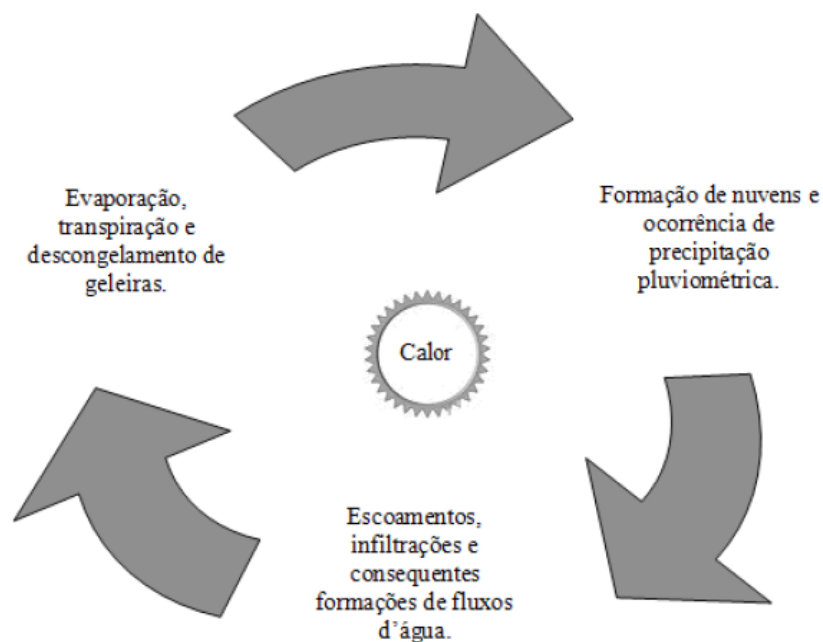


Figura 1 - Componentes do ciclo hidrológico

Fonte: Speidel et al. (1988).

Integrante primordial do ciclo hidrológico, a chuva é entendida como o conjunto de águas originadas do vapor d'água atmosférico que atinge o solo. A chuva ou precipitação pluvial quando atinge a superfície, toma diversos cursos. Parte dessa chuva infiltra a superfície, formando lençóis freáticos e nascentes, outra parte contribui para o escoamento superficial. Com os escoamentos superficiais, os trajetos de águas são, portanto, formados. Onde esses cursos de águas são divididos em escoamento subterrâneo, escoamento sub-superficial e escoamento superficial, nos quais estes escoamentos se diferem, normalmente, pela localização e profundidade onde escoam a água. Vale Ressaltar que o ciclo hidrológico não apresenta um começo nem um fim, visto que a água está em movimento contínuo.

A água, proveniente dos fluxos dos escoamentos, é encaminhada a partir da topografia terreno da bacia hidrográfica, que são assim formados a partir da litologia, do tipo de solo, geologia e função do tempo (TUCCI, 1993). Desta maneira, o rio é fruto da relação entre os fatores citados e considerados componentes da bacia hidrográfica. Contudo, Lima et. al (2006), considera o conceito de bacias hidrográficas como sendo o conjunto e não uma forma pontual de unidade fundamental geomorfológica, que define a área de proveito do escoamento superficial que alimenta o sistema hídrico.

2.2 Bacia Hidrográfica

Bacia hidrográfica ou bacia de contribuição de uma seção de um curso de água compreende a área geográfica coletora de água de chuva que escoando pela superfície do solo, atinge a seção considerada (PINTO et al., 1976). Convenientemente, o rio principal de uma bacia se torna a maior linha de fluxo de água que interliga o exutório a nascente. Os cursos de águas, ou drenos, secundários que transportam a água diretamente ao rio principal são denominados afluentes, semelhantemente, os rios que transportam águas para os afluentes tornam-se subafluentes do rio principal. Essa influência mutua é definida como rede de drenagem, que conseqüentemente, é composta de afluentes e um curso de água principal, que se responsabiliza em distribuir a água na superfície da bacia (TUCCI, 1993). Assim sendo, a formação dos limites entre bacias se dá por divisores de águas,

conhecidos como os pontos da bacia com maior cota, acarretando em uma separação das águas precipitadas em diversas bacias hidrográficas. No entanto, os escoamentos de uma determinada bacia ao findar seu percurso e atravessar o exutório da mesma, pode passar a se integrar em uma nova bacia hidrográfica mais abrangente ou até mesmo do oceano.

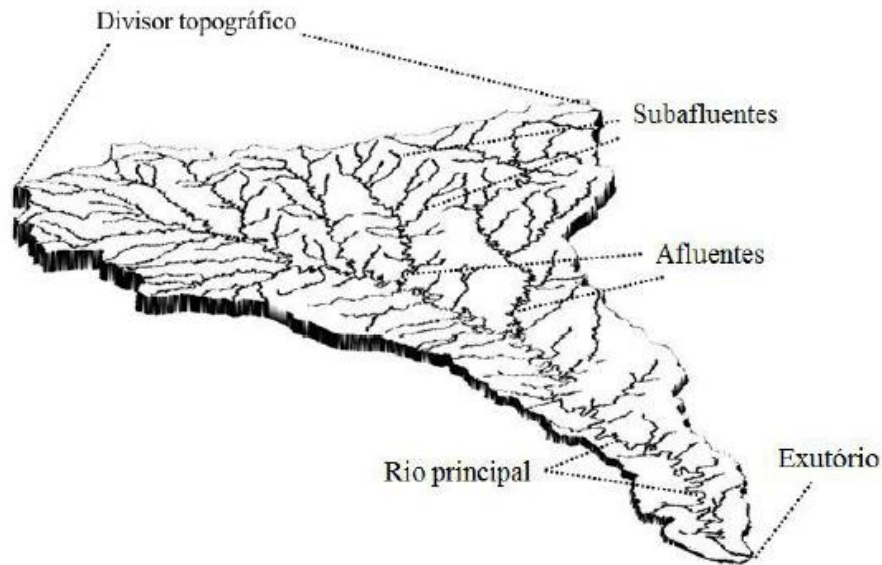


Figura 2 - Componentes principais de uma bacia hidrográfica
Fonte: ANA

Simplificadamente, a bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema físico, cuja entrada compreende o volume de água precipitado e cuja saída é o volume de água escoado pelo exutório. Entretanto há perdas intermediárias relativas aos volumes evaporados, transpirados ou infiltrados profundamente, provando que a bacia hidrográfica é um sistema aberto, já que nem toda entrada de água se torna escoamento no exutório ou fica armazenada na própria bacia.

2.2.1 Delimitação da Bacia Hidrográfica

Como já apontado, a bacia hidrográfica é vista como o conjunto e áreas que contribuem para determinado ponto. Segundo Linsley e Franzini (1978, p.97),

denomina-se bacia hidrográfica a área de drenagem à montante de uma determinada seção no curso de água da qual aquela área é tributária; essa área, também chamada de cumiada, é limitada por um divisor de águas que a separa das bacias adjacentes, que pode ser determinado nas cartas topográficas. As águas superficiais, originárias de qualquer ponto da área delimitada pelo divisor, saem da bacia passando pela seção definida pelo ponto mais baixo do divisor, por onde passa também, forçosamente, o rio principal da bacia. Em geral considera-se que o divisor das águas subterrâneas coincide com o das águas superficiais; entretanto essa coincidência não se verifica em todos os casos, e substancial parcela de água pode se escoar de uma bacia para outra, subterraneamente.

Habitualmente, os limites da bacia são estabelecidos analisando a topografia do terreno, através das curvas de nível, onde se extrai linhas indicativas da altitude do solo, conhecidas como cotas, em relação a um referencial, como o nível do mar. A bacia hidrográfica é delimitada identificando as áreas de maior cota, seja utilizando mapas impressos ou arquivos eletrônicos, que constituem os intitulados divisores topográficos da bacia. Como o escoamento se dá pela ação da gravidade é fácil perceber que as regiões de terreno mais elevado estabelecem uma divisão entre a parte do terreno cujo escoamento segue até o rio principal e a parte cujo escoamento segue para outro rio de outra bacia.

2.2.2 Fisiografia da Bacia Hidrográfica

Entende-se fisiografia a caracterização física da bacia hidrográfica em termos de relevo, rede de drenagem, forma e área de drenagem. Para essa caracterização se faz necessário o uso de mapas, fotografias aéreas, imagens de satélite e levantamentos topográficos. Atualmente são utilizados programas computacionais característicos, agilizando e facilitando esse serviço.

Área da Bacia

Conhecida como área de drenagem, permite estimar o volume precipitado de água, para certa lâmina de precipitação. A área de drenagem de uma bacia hidrográfica é o elemento básico para o levantamento da maioria das características físicas que a representam. Segundo Tucci (1993), a área da bacia é um fator primordial para definir a sua potencialidade hídrica e possui grande influência na sua resposta hidrológica, pois desconsiderando os outros fatores, quanto maior for a área,

maior será o tempo para que toda a bacia contribua de uma só vez para possíveis picos de enchentes.

Forma da Bacia

A forma da bacia, visivelmente, é a delimitação da área da bacia hidrográfica em questão e influi no tempo transcorrido entre o acontecimento da precipitação e o escoamento no exutório. Para as bacias hidrográficas maiores, Wisler e Brater (1974), defendem que as principais estruturas geológicas, dobras e cadeias de montanhas serão os fatores preeminentes da posição das linhas que os limites laterais podem ser determinados pelas estruturas geológicas ou erosão. Para as menores bacias, é costumeiro a erosão se tornar o fator primordial para determinação dos limites laterais.

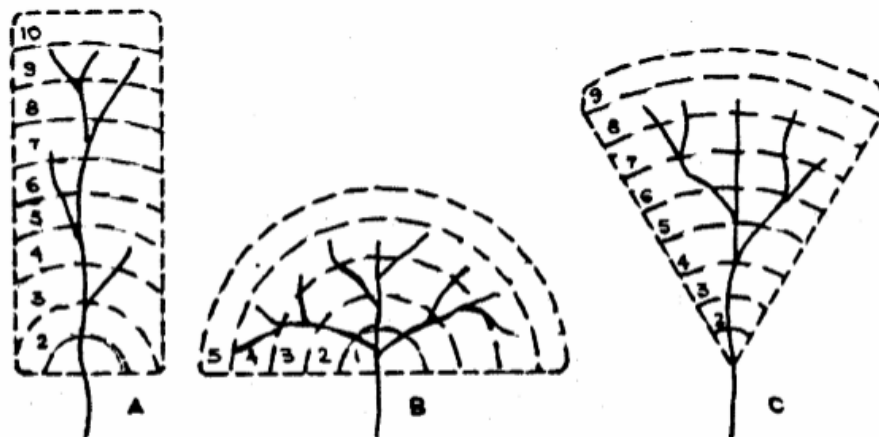


Figura 3 - Forma da bacia hidrográfica
Fonte: WILSON, 1969

Dois coeficientes são usualmente empregados como indicativos da forma da bacia: fator de forma e coeficiente de compacidade.

Fator de forma

Fator de forma compreende a relação entre a largura média e o comprimento do eixo da bacia. Esse comprimento é avaliado da foz ao ponto mais distante da bacia. Segundo Wisler e Brater (1964), o fator de forma também indica sobre a tendência a inundações, pois uma bacia com baixo fator de forma há uma possibilidade menor de

uma chuva intensa cobrir toda sua extensão do que em uma bacia com mesma área e fator de forma maior.

Coeficiente de compacidade

A relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de mesma área da bacia dá origem o coeficiente de compacidade. “Quanto mais próxima da unidade, mais circular será a bacia, assim se os outros fatores forem iguais, a tendência a enchentes será maior” (Vilella e Mattos 1975), pois maior será a possibilidade de toda a área estar contribuindo de uma só vez para um determinado ponto.

Rede de Drenagem

A rede de drenagem é composta pelo rio principal e seus afluentes. O rio principal é identificado a partir do exutório da bacia, percorrendo o sentido inverso do fluxo da água, até atingir a maior distância, ou seja, o maior curso d'água do exutório até a cabeceira da bacia.

Os cursos d'água perenes são os que detêm água durante todo o tempo. Já os cursos d'água intermitentes mantêm o escoamento apenas durante as estações chuvosas, e na estiagem secam. Por fim, os efêmeros são aqueles que se formam durante ou após os períodos de chuva, isto é, transportam somente o escoamento superficial direto que chega à sua calha.

A ordem dos cursos d'água é o parâmetro que idealiza o grau de ramificação da rede de drenagem, sendo a regra estabelecida segundo diferentes critérios.

Segundo Tucci (1997), o critério proposto por Horton e modificado por Strahler, a ordem do curso d'água principal de uma bacia hidrográfica é obtida como segue: i) pequenas correntes formadoras, que não possuem canais tributários, possuem ordem 1; ii) quando há um encontro de dois canais de mesma ordem, o novo canal formado é de ordem imediatamente superior; iii) da junção de dois canais de diferentes ordens resulta em um outro canal cuja a ordem será maior ou igual dentre os formadores do mesmo.

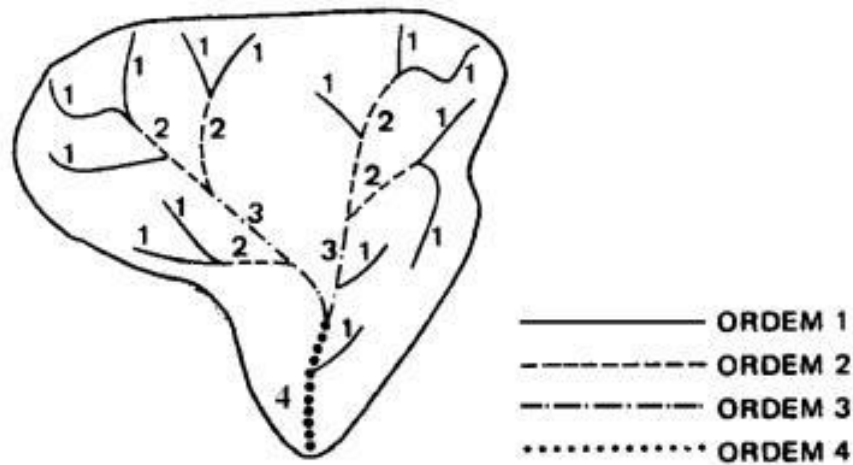


Figura 4 - Ordem dos cursos d'água
Fonte: ANA

Densidade de drenagem

Densidade de drenagem é um índice obtido entre o comprimento total dos cursos d'água da bacia e sua área. A densidade de drenagem varia inversamente com a extensão do escoamento superficial, pois uma maior superfície de contribuição é fruto de uma baixa densidade de drenagem, fazendo com que o deflúvio demore mais para atingir os rios (Vilella e Mattos, 1975).

Segundo Strahler (1964), uma densidade de drenagem alta reflete uma bacia altamente dissecada, que responde relativamente rápido a uma determinada quantidade de chuva, enquanto uma densidade de drenagem baixa reflete uma bacia de drenagem pobre com respostas hidrológicas lentas.

Extensão média de escoamento superficial

A extensão média do escoamento superficial representa a distância média que a água teria que percorrer, em linha reta, do ponto onde atingiu o solo até o ponto mais próximo no leito de um curso de água qualquer da bacia (Vilella e Mattos, 1975).

Sinuosidade do curso principal

A sinuosidade do curso principal dá ideia da quantidade de curvatura do rio, representada pela relação entre o comprimento do rio principal e a distância entre a nascente e a foz, medida em linha reta. É um fator controlador da velocidade de fluxo, pois quanto maior a sinuosidade, maior a dificuldade encontrada pelo canal no seu caminho à foz, portanto menor a velocidade.

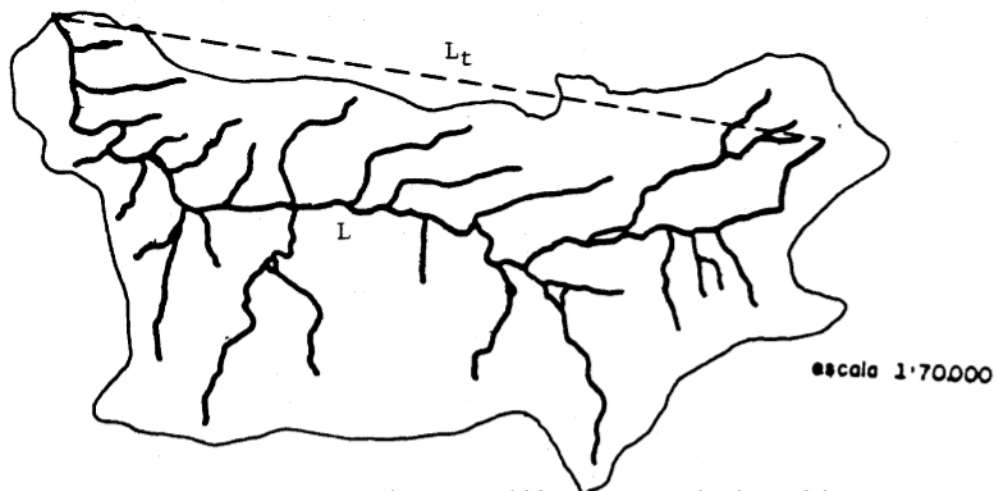


Figura 5 - Sinuosidade do curso principal
Fonte: ANA

Relevo da bacia

A última característica fisiográfica a ser analisada é o relevo da bacia, pois este parâmetro tem influência direta sobre o escoamento superficial, implicando, principalmente, na velocidade do escoamento e maior ou menor tendência no armazenamento da água na superfície ou depressões do solo. Por estarem em função da altitude e outras variáveis, o relevo também influencia a evaporação, a precipitação e a temperatura.

2.3 O Gerenciamento de Bacias Hidrográficas

A água é considerada um recurso finito, escasso e de valor econômico. É um recurso tão importante que define o desenvolvimento que uma região, país ou sociedade pode alcançar.

Tucci (1993) defende o estudo da bacia como um processo descentralizado de proteção e conservação do ambiente.

com o estudo da bacia hidrográfica é possível observar detalhadamente a variação dos diferentes processos que ocorrem nela, e que, com base no histórico dos parâmetros hidrológicos envolvidos, possibilita entender claramente os fenômenos e buscar representá-los matematicamente. Essa integração múltipla se deve ao estudo das características efetivas, que regularizam e permitem tal gerenciamento.

Bordallo (1995) defende o uso da bacia hidrográfica como meio de estudo, para assegurar uma gestão mais abrangente e integrada para seu potencial uso e as várias formas de atividades. Esta gestão objetiva planejar, interceder, por em prática e moldar da melhor forma os meios de apropriação dos recursos naturais bem como sua exploração. Assim sendo, a população usuária destes recursos, alcançam o desenvolvimento econômico e social almejado e minimizam os possíveis impactos negativos na qualidade de vida.

Para Binotto (2012), a gestão de recursos hídricos é definida como a administração do uso inteligente, democrático e participativo das águas. Essa gestão também pode ser considerada como um meio direcionador de formulação de princípios e metas, no que tange ao desenvolvimento de normas orientadoras com a finalidade à estruturação de sistemas ligados ao gerenciamento e a formação de soluções, tendo como objetivo a promoção do uso racional, controle e proteção dos recursos hídricos por meio deste gerenciamento efetivo. A inclusão da bacia hidrográfica como principal apoio do planejamento se deu em virtude da variação do uso da água, onde o diversificado e contínuo uso dos recursos hídricos influenciam no comprometimento da qualidade da água da bacia, os parâmetros das condições verificados de acordo com a diversidade do uso se tornam comprometedores ficando abaixo dos exigidos pela legislação. Como consequência dos parâmetros

insatisfatórios quanto a qualidade da água na bacia hidrográfica, a gestão dos recursos hídricos passou a ser integrada onde engloba as águas subterrâneas, superficiais e atmosféricas.

Nascimento e Villaça (2008) enfatizam que para um gerenciamento efetivo da água é necessário um conjunto de atividades, como o incentivo de políticas públicas que visem inserir na gestão hídrica a participação do usuário. No entanto, Paiva e Paiva (2001), afirmam que o planejamento da gestão dos recursos hídricos pode sofrer variações conforme a finalidade da utilização dos recursos hídricos de determinada bacia ou região hidrográfica. Estes autores defendem que para um efetivo planejamento, o uso de programas de monitoramento é imprescindível para a integralização das informações hidrológicas da bacia. Contudo, a bacia hidrográfica é considerada como uma ótima unidade de gestão, isso ocorre pelo seu perfil integrador e para tal integração de gestão vale considerar as atividades da sociedade bem como suas influências para o meio em que se encontram (VILLAÇA et. al, 2009).

2.4 Legislação da Bacia Hidrográfica

A legislação em si trata a bacia hidrográfica como sendo um território de atuação de políticas públicas, bem como uma unidade primordial para a instalação de sistemas de gerenciamento de recursos hídricos. Isso torna a utilização da bacia hidrográfica como unidade de gestão. No Brasil, tendo em vista o artigo 1º, inciso V, da Lei Federal n.º 9.433 do dia 8 de janeiro de 1997, a bacia hidrográfica é considerada unidade de território para a prática da Política Nacional de Recursos Hídricos e ação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. No artigo 8º, da referida lei, regulamenta que os planos de recursos hídricos serão elaborados de acordo com as bacias hidrográficas, tanto para o estado, quanto para o país. Portanto, o tratamento individual para cada região hidrográfica é de suma importância, pois só assim serão valorizadas suas singularidades e desenvolvidas estratégias específicas de gestão, que dependem das condições existentes na bacia hidrográfica.

A Lei Estadual n.º 1.307, de 22 de março de 2002 dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e sobre o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos, destacando os seguintes fundamentos: a água enquanto um bem de domínio público; a água é recurso natural limitado, dotado de valor econômico e social; em situação de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; a gestão deve propiciar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade principal para implementação da PERH e a atuação do Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos; a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e participativa e; deve haver compatibilização entre o Plano Estadual de Recursos Hídricos, Plano Nacional de Recursos Hídricos, Planos Diretores de Bacia Hidrográfica, os Planos Diretores dos Municípios e os setores usuários.

A política de recursos hídricos do Tocantins, também reconhece a bacia hidrográfica como fator primordial de gestão. O Plano Estadual de Recursos Hídricos, objetiva traçar diretrizes para a gestão dos recursos hídricos no Estado, visando assegurar as disponibilidades hídricas em quantidade e qualidade para seu uso racional e sustentável.

O PERH constitui um plano de orientação específico das ações estaduais na área de recursos hídricos, com uma perspectiva de caráter estratégico. Baseando-se, em escala estadual, mas que integre a Política Estadual de Recursos Hídricos com as outras políticas setoriais do Estado e a Política Nacional de Recursos Hídricos. O plano deve englobar as expectativas dos diferentes órgãos gestores e setores que têm relação com a questão hídrica para que sirva efetivamente de apoio e de orientação político-institucional. Essa lei regulariza a criação de um comitê para fim de gerenciamento para cada bacia hidrográfica do estado.

O Sistema Estadual de Recursos Hídricos – SERH se fundamenta num modelo de gerenciamento caracterizado pela descentralização das decisões e pela ampla participação da sociedade organizada em Comitês de Bacia. Assim, mesmo que o Estado seja o detentor do domínio das águas de seu território, conforme determina a Constituição Federal, ele compartilha a sua gestão com a população envolvida.

Comitês de gerenciamento de bacias hidrográficas são entidades administrativas com o poder de promover a gestão de uma forma descentralizada, integrada e com a participação de todos os setores da comunidade que fazem uso das bacias (DELEVATI et. al, 2005). Portanto, é notório que a clara preocupação legal que se deve ter a respeito da implementação da bacia hidrográfica como unidade de gestão, principalmente pelo fator de delimitação preestabelecido das bacias, uma codificação e um comitê que atua na sua gestão.

2.4.1 Outorga de Direito de Uso da Água

A outorga de direito de uso de recursos hídricos constitui ato administrativo de autorização, mediante o qual, o Órgão Gestor do Meio Ambiente e Recursos Naturais do Estado do Tocantins faculta ao outorgado o direito de uso do recurso hídrico por prazo determinado, nas condições e nos termos expressos no respectivo ato (Inciso VI do art. 8º Lei Estadual n.º 1.307, de 22 de março de 2002).

Leal (2000) defende que para a implantação de qualquer empreendimento que demande a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, e a execução de obras ou serviços que alterem seu regime, qualidade ou quantidade, dependerão de prévia manifestação, autorização ou licença dos órgãos e entidades competentes.

Portanto o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem por finalidade: assegurar o controle ao acesso e ao uso da água, condicionados a prioridades de usos múltiplos, estabelecidas no Plano Estadual de Recursos Hídricos e Planos Diretores de Bacia Hidrográfica.

2.4.2 Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

A Lei Estadual n.º 1.307, de 22 de março de 2002 no Art. 12 estabelece a cobrança pelo uso de recursos hídricos e objetiva reconhecer a água como bem econômico, incentivar a racionalização do uso da água, obter recursos financeiros

para o financiamento de estudos, programas, projetos e obras incluídos no Plano Estadual de Recursos Hídricos e promover o gerenciamento das bacias hidrográficas em que foram arrecadados os recursos financeiros.

De acordo com o exibido no art. 11 da referida Lei, estão sujeitos à cobrança de recursos hídricos: a derivação, captação e extração de água, o volume retirado e seu regime de variação; o lançamento de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, o volume lançado e seu regime de variação, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.

Os valores arrecadados com a cobrança de taxas aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em quem forem gerados, para financiamento de estudos, programas, projetos e obras de interesses públicos da iniciativa pública ou privada, definidos nos Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas, a serem aprovados previamente pelos respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, e estará condicionada ao disposto no Art. 1º do Decreto Estadual n.º 1.743, de 28 de abril de 2003.

2.4.3 Comitês de Bacia Hidrográfica

De acordo com a Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997 conforme o art. 39º, as decisões sobre uso dos rios em todo o país serão tomadas, dentro do contexto da bacia hidrográfica, pelos comitês de bacias. Os Comitês de Bacia Hidrográfica – CBH são órgãos colegiados descentralizados por bacias hidrográficas, sendo compostos por representantes da união, estados, municípios, usuários da água e sociedade civil.

A decisão sobre as prioridades para outorga de direitos de uso dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica é estabelecida na esfera de competência do Comitê. Estas prioridades integraram o Plano de Recursos Hídricos da bacia.

As atribuições previstas no Art. 38º da Lei 9.433 para os Comitês de Bacias Hidrográficas são:

- Promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;
- Arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;
- Aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia;
- Acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- Estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

Como secretaria executiva, cabe às Agências de Água, dentro de sua área de abrangência, elaborar o Plano de Recursos Hídricos para apreciação do Comitê de Bacia Hidrográfica, são atribuições das Agências de Águas:

- Manter balanço atualizado da disponibilidade de recursos hídricos em sua área de atuação;
- Acompanhar a administração financeira dos recursos arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos em sua área de atuação;
- Gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos;
- Celebrar convênios e contratar financiamentos e serviços para a execução de suas competências;
- Elaborar sua proposta orçamentária e submetê-la à apreciação do respectivo ou respectivos Comitês de Bacia Hidrográfica;
- Promover os estudos necessários para a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação.

2.5 Irrigação

A irrigação é uma técnica agrícola que consiste na aplicação artificial de água às plantas, através de métodos que melhor se adaptem ao solo e seu declive e à cultura a explorar, proporcionando umidade adequada ao desenvolvimento normal das plantas, suprimindo a insuficiência, a falta ou a má distribuição das chuvas, com o intuito de incrementar a produção sem o inconveniente de provocar a erosão ou acúmulo de sais no solo (ANA, 2004).



Figura 6 - Sistema de Irrigação

Fonte: Disponível em <<http://www.emater.go.gov.br/w/2141>>

Fernando e Garrido (2002) conceituam irrigação como o método artificial de aplicação de água na agricultura, que tem por finalidade suprir as necessidades hídricas da planta em caráter total ou suplementar. Considera-se água para a agricultura irrigada o volume desse recurso natural que não é o suprido naturalmente por meio de precipitações, necessário à aplicação artificial aos cultivos, de forma a aperfeiçoar o seu desenvolvimento biológico.

Para Christofidis (1997), denomina-se irrigação o conjunto de técnicas destinadas a deslocar a água no tempo ou no espaço para modificar as possibilidades agrícolas de determinada região.



Figura 7 - Irrigação no Projeto Manuel Alves
Fonte: SRHMA, (2012).

Contudo, por meio da irrigação, pode-se intensificar a produção agrícola, regularizando ao longo do ano, as disponibilidades e os estoques de cultivares, uma vez que esta prática permite uma produção na contra-estação. Além disso a agricultura irrigada reduz as incertezas, prevenindo o irrigante contra a irregularidade das chuvas. A irrigação e a drenagem dos campos irrigados passam a ser atividades que permitem compensar os efeitos negativos da má distribuição, espacial e temporal, das águas de precipitação (BERNARDI, 2003).

2.6 O Projeto de Irrigação Manuel Alves

O Projeto de Irrigação da Área Piloto do Rio Manuel Alves está inserido num conjunto de ações integradas que visam, além de outros objetivos de desenvolvimento regional componentes do PROPERTINS, programa implementado pelo Governo do Estado do Tocantins que visa perenizar a disponibilidade de água em diversas bacias e sub-bacias hidrográficas, através de intervenções para minimizar os efeitos danosos das estiagens sobre a população, os animais, as atividades econômicas e o meio ambiente. O parcelamento da Área Piloto consiste na distribuição espacial dos solos em quatro setores hidráulicos para lotes familiares ou de colonização e um setor hidráulico para empresários.

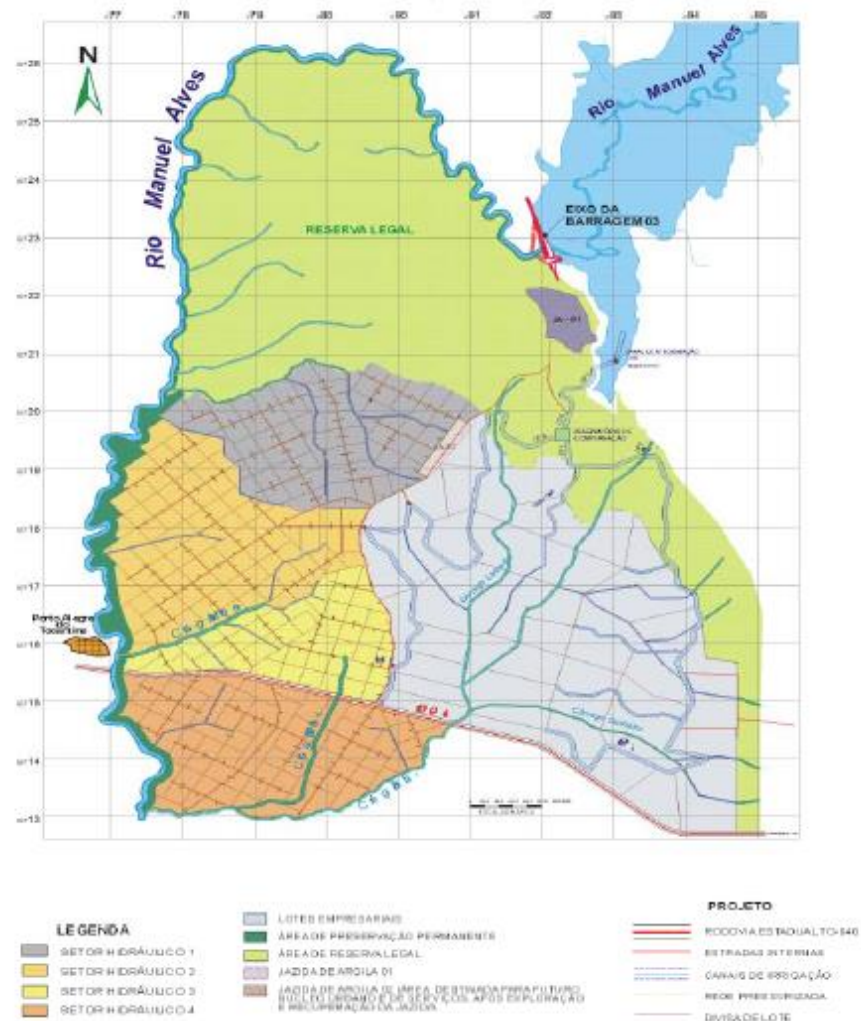


Figura 8 - Concepção básica do Projeto de Irrigação Manuel Alves
Fonte: ACL, 2002

Este empreendimento é tido como prioritário para o PROPERTINS, localizado entre as cidades de Dianópolis e Porto Alegre do Tocantins, o referido barramento possui potencialidade para estabelecimento de uso múltiplo dos recursos hídricos, entre os quais irrigação, geração de energia elétrica, abastecimento público, perenização dos cursos d'água, etc. Entretanto, em primeira estância, usa-se as águas acumuladas para a irrigação de culturas, em um projeto piloto, cujos resultados norteiam o desenvolvimento de projetos semelhantes em outras áreas consideradas aptas. Contudo, o principal objetivo do projeto de irrigação é aproveitar os recursos hídricos acumulados na barragem.



Figura 9 - Visão geral da área do barramento do reservatório

Fonte: SRH, 2008.

Como decorrência desse objetivo, ou seja, a utilização dos recursos hídricos para usos múltiplos, com ênfase na agricultura irrigada, a disponibilidade de água armazenada e regularizada, associada ao potencial dos solos para a irrigação, permitirá alcançar outras metas que proporciona o desenvolvimento regional, o bem-estar da população e a conservação ambiental.

3. METODOLOGIA

Neste capítulo, são apresentadas a orientação metodológica deste estudo, o sistema empregado para as ferramentas de avaliação das características fisiográficas, bem como os instrumentos de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Manuel Alves.

A elaboração do presente projeto foi realizada através de pesquisa teórica, bibliográfica e de campo, conforme descrito. As séries históricas de vazões dos postos fluviométricos da região hidrográfica analisada foram adquiridos junto ao banco de dados do sistema Hidro da Agência Nacional de Águas – ANA. A identificação das captações foi feita através de consulta ao Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Manuel Alves – Elaborado pelo consórcio Office International de l'Eau e Gama Engenharia de Recursos Hídricos Ltda. e posterior visita técnica aos locais para obter as coordenadas geográficas e captar imagens digitais destas estruturas. Os dados de outorga foram adquiridos junto a Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente - SEPLAN. Os censos populacionais, agropecuários e os dados técnicos foram adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Na elaboração da revisão bibliográfica foram consultados livros, teses e artigos referentes ao assunto, que se encontram relacionados nas referências bibliográficas.

Os métodos envolvem técnicas de processamento de dados, sensoriamento remoto e trabalho de campo, para coleta de informações, utilização de cartas, mapas, imagens e dados secundários.

Os procedimentos empregados no projeto elencado consistem na realização de um levantamento preliminar de documentos, como dados secundários, trabalhos técnicos e científicos e mapas, já existentes da área, trabalhos de campo, tratamento e interpretação das informações.

3.1 Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Manuel Alves está localizada na região sudeste do Estado do Tocantins, pertence ao Sistema Hidrográfico do rio Tocantins, correspondendo à Área Estratégica de Gestão – AEG 10, da divisão hidrográfica oficial do Estado, com uma área de drenagem de 14.894,7 km².

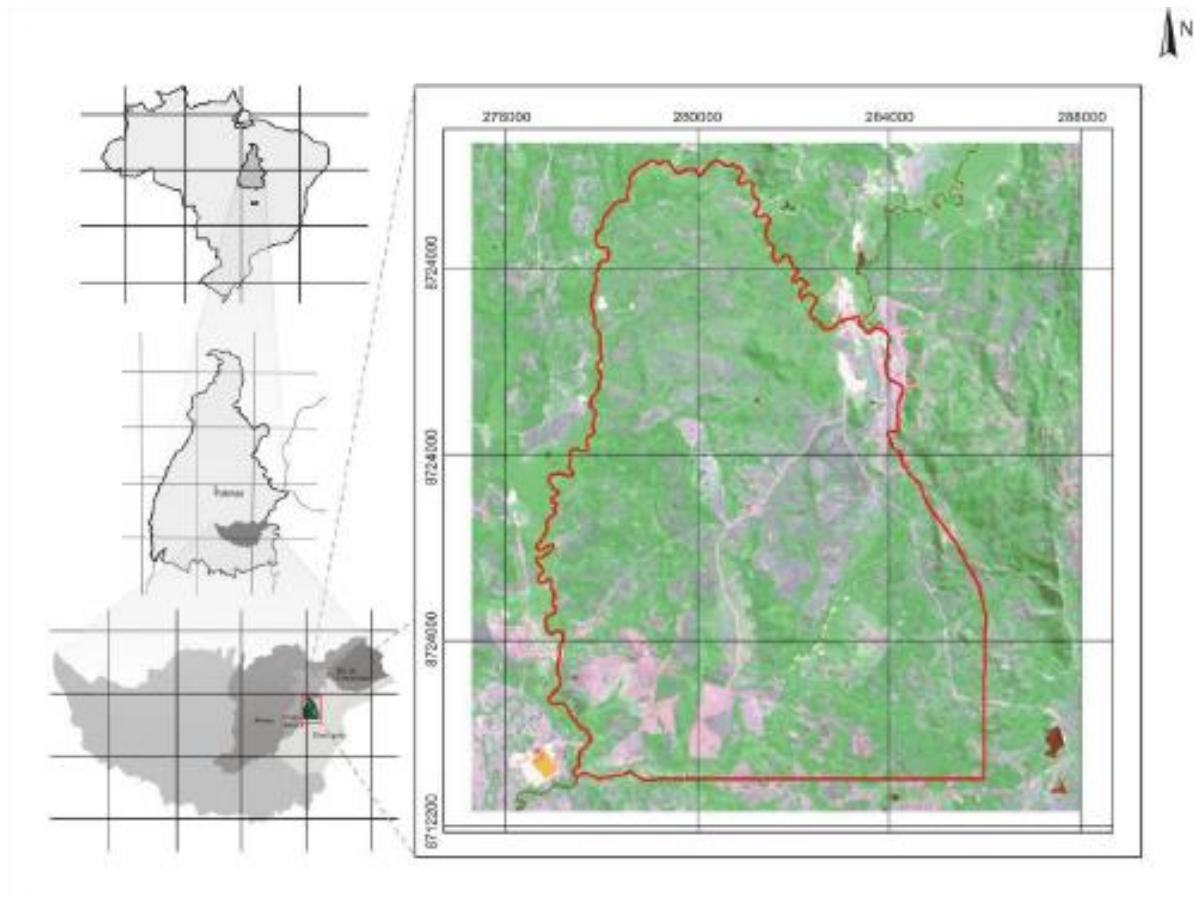


Figura 10 - Localização da área de estudo
 Fonte: ACL, (2002)

A área referente ao empreendimento Piloto de Irrigação Manuel Alves abrange 8.348,32 ha, dos quais 5.313,67 ha são destinados à irrigação, 3.034,65 ha corresponde a Reserva Legal, o Projeto de Irrigação localiza-se na região sudeste do Tocantins, no município de Dianópolis, delimitado pelas coordenadas geográficas 11°31'03" w 11°38'02" de latitude sul e 46°58'01" e 47°03'04" de longitude oeste e

pelas coordenadas UTM zona 22L 8.726.400 e 8.713.000 de latitude sul e 277.000 e 286.000 de longitude oeste.

3.2 Materiais Utilizados

3.2.1 Dados Caracterização da Bacia Hidrográfica

No levantamento das características fisiográficas e análise da morfometria da rede de drenagem, o estudo envolve as etapas de interpretação de fotografias aéreas, visando uma boa preparação da base cartográfica da rede de drenagem detalhada. Foi utilizado Base Cartográfica Digital Contínua do Estado do Tocantins, estruturada em ARCSDE/ORACLE 8i/9i, escala 1:100.000, elaborada pela GEMPI em parceria com o Governo do Estado do Tocantins, 2004, em formato shapefile (shp).

3.2.2 Dados para o Balanço Hídrico

A agência nacional de águas recomenda para o balanço hídrico, o levantamento de dados climáticos como: Precipitações e temperaturas das últimas três décadas para a área estudada.

Foi utilizado como base os estudos anteriormente realizados para a confecção do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Manuel Alves.

3.2.3 Parâmetros para o Gerenciamento da Bacia Hidrográfica

Para o estudo da gestão da bacia hidrográfica do rio Manuel Alves, o uso da Política Estadual de Recursos Hídricos tornou-se o principal apoio quanto às práticas

de atividades para o uso racional da água, bem como a Legislação vigente que institui normativas para sua utilização.

Foram aferidos os dados elaborados pelo o Comitê da bacia hidrográfica, para a obtenção de um entendimento de como são aplicados os instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos da bacia.

3.3 Equipamentos e Softwares

- Computador Asus X450C, Processador Intel® Core™ i5-3317U, CPU @ 1,70GHz, 4,00 GB. Utilizado como auxílio para a construção do estudo em questão, processamento dos softwares necessários para o levantamento dos dados.
- Sistema Operacional Windows 8.1 64 bits, processador com base x64;
- Sistema Microsoft Office 2013, ambientes Word e Excel. Softwares utilizado para a realização, edição e formatação de textos, planilhas e gráficos.
- Sistema computacional relacionado a cartografia digital AutoCAD 2012. Utilizado como auxílio cartográfico no que tange a levantamentos de áreas, perímetros, na caracterização da bacia.
- Software ARC VIEW GIS 3.2 for Windows. Utilizado para o tratamento das imagens geradas por satélite, auxilia na obtenção dos dados morfométricos da bacia hidrográfica em estudo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Bacia Hidrográfica do Rio Manuel Alves

A bacia hidrográfica do Rio Manuel Alves está localizada na região Sudeste do Tocantins e abrange 11 municípios, sendo eles: Almas, Chapada da Natividade, Conceição do Tocantins, Dianópolis, Natividade, Pindorama do Tocantins, Porto Alegre do Tocantins, Rio da Conceição, Santa Rosa do Tocantins, São Valério da Natividade e Taipas do Tocantins. (Figura 11)

Os municípios que compõe a bacia hidrográfica do rio Manuel Alves possuem baixa densidade demográfica, se comparado a outras cidades do Estado como Gurupi 41,8 hab/km² e Araguaína 37,62 hab/km².



Figura 11 - Divisão Política Administrativa com as respectivas densidades demográficas dos municípios integrantes da bacia do rio Manuel Alves
Fonte: SRHMA

A área da bacia representa aproximadamente 5,4% da área do Estado e a área dos municípios representa 8,1% da área do Estado (22.575 km²). Por ser uma bacia hidrográfica muito extensa e os municípios estarem bem dispersos um dos outros, a operacionalização do manejo se torna uma tarefa de difícil execução. (Tabela 1)

Município	Área do município (Km²)	Área na Bacia (Km²)	População (2015)
Almas	4.106	2.846	7.409
Chapara da Natividade	1.678	1.678	3.363
Conceição do Tocantins	1.915	1.379	4.209
Dianópolis	3.230	1.744	21.167
Natividade	3.211	3.211	9.291
Pindorama do Tocantins	1.565	263	4.547
Porto Alegre do Tocantins	482	482	3.039
Rio da Conceição	761	761	1.980
Santa Rosa do Tocantins	1.803	737	4.794
São Valério da Natividade	2.547	1.497	4.214
Taipas do Tocantins	1.277	383	2.094
TOTAL Municípios da Bacia	22.575	14.981	66.107
Estado do Tocantins	277.721	277.721	1.515.126
% Bacia / Estado	8,1%	5,4%	4,4%

Tabela 1 - Caracterização política administrativa e demográfica dos municípios da bacia do rio Manuel Alves.

Fonte: IBGE, (2015)

4.2 Balanço Hídrico

A bacia do rio Manuel Alves, em sua grande extensão territorial, apresenta uma variação espacial da ordem de 700mm em totais anuais, desde a sua cabeceira na Serra Geral (1.780mm) até a porção mais central ao sul, nas proximidades dos municípios de Conceição do Tocantins (1.083mm), sendo sua precipitação média na bacia calculada em 1.400mm anuais.

O total anual da precipitação distribui-se ao longo do ano em períodos secos e chuvosos bem definidos (figura 2), onde o período seco ocorre entre os meses de maio a setembro, com valores entre junho e agosto inferiores a 10mm, e chuvoso de outubro a dezembro, com valores entre novembro e março acima de 200mm.

Destaca-se que cerca de 96% da precipitação anual no período chuvoso ocorre nos sete meses chuvosos (outubro a abril).

Apesar da demanda de evapotranspiração da bacia (1.300mm) ser da ordem do total precipitado (1.400mm), isto não significa que toda a chuva será evaporada, uma vez que a distribuição ao longo dos meses da chuva e da demanda evaporativa são distintas.

A figura 12 mostra claramente essa variação. Um ponto importante é que somente poderá haver evaporação ou evapotranspiração se houver disponibilidade de água. Neste caso, nos meses de maio a outubro a demanda existe, mas não é atendida plenamente.

Assim, o total que realmente evapora na bacia é muito menor que o valor de evaporação ou evapotranspiração potencial.

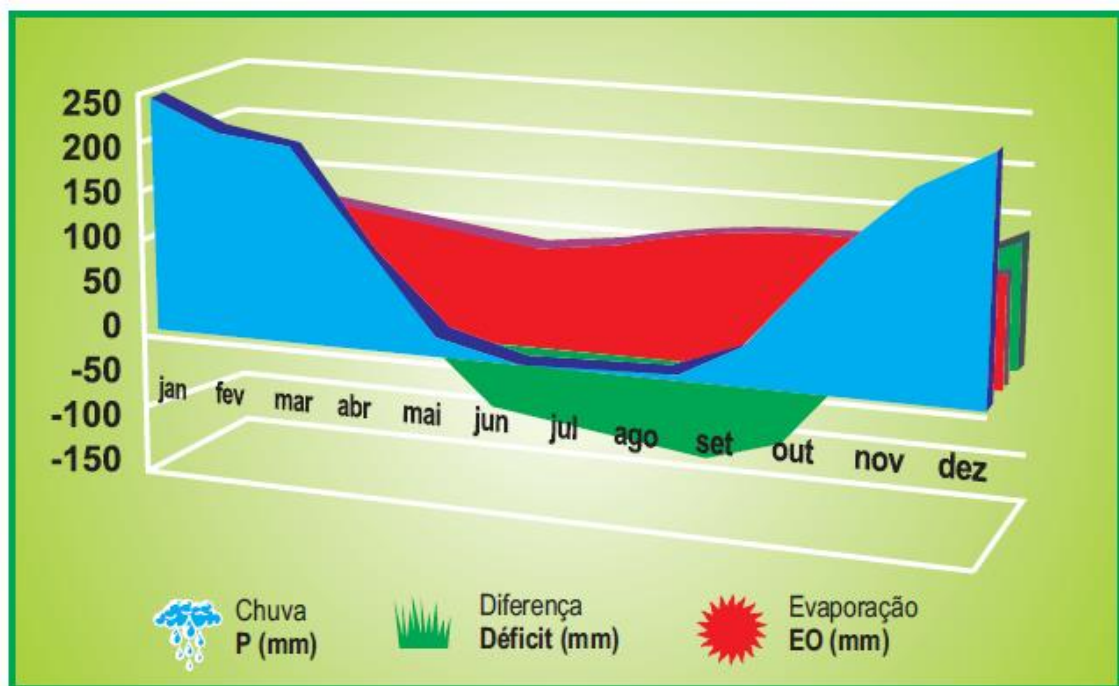


Figura 12 - Balanço Hídrico Mensal (Precipitação – Evaporação)
Fonte: SRHMA.

As figuras 12 e 13 indicam os meses em que promover a irrigação dos cultivos cujo calendário se adentra neste período se faz necessário em virtude da precipitação média anual, em torno de 1.400mm. Entretanto, essa precipitação não está bem distribuída ao longo do ano, causando problemas de estiagem nos meses maio a setembro, quando existe a necessidade da irrigação.

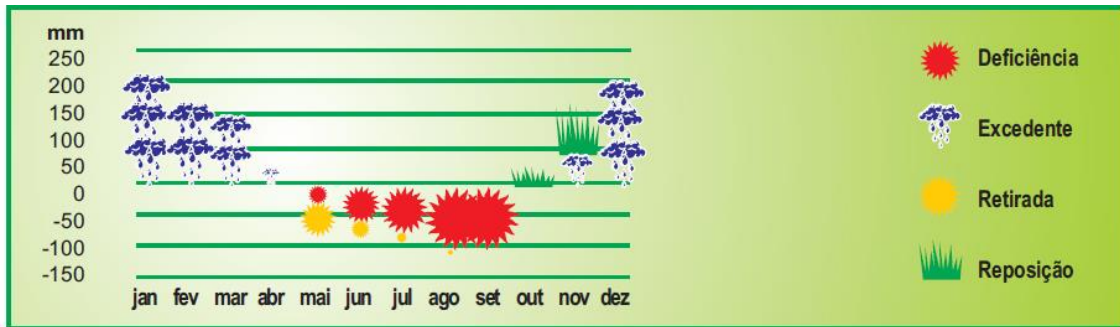


Figura 13 - Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica ao longo do ano
Fonte: INMET

4.3 Uso do solo e cobertura vegetal

Quanto à cobertura vegetal, pode-se dizer que o bioma cerrado ocupa a maior área de toda território da bacia (14.981,7 km²), formando uma paisagem com um estrato graminoso contínuo contendo árvores e arbustos dispersos, sendo uma vegetação intermediária entre floresta e campo.



Figura 14 - Vegetação ciliar da bacia hidrográfica do Rio Manual Alves
Fonte: SRHMA, (2008).

Pode-se concluir que a cobertura vegetal da bacia do rio Manuel Alves ainda se encontra preservada, uma vez que 80,15% da sua extensão territorial é coberta pelo Cerrado e 11,84% por matas (galeria, ciliares e mata seca). Entretanto este é um ponto que merece atenção pois as atividades de pecuária já se encontram em expansão na bacia, visto que uma área considerável – 8,1% desta – já está ocupada por pastos e atividades afins.



Figura 15 - Vegetação ciliar da área alagada
Fonte: SRHMA, (2008).

A proposta é preservar a cobertura vegetal da bacia fazendo com que as atividades de pecuária, que é a mais ofensiva a esta bacia, não se propague desordenadamente, cercando a área para evitar a entrada do gado, cultivando mudas ou sementes nativas de crescimento rápido, a fim de evitar a erosão e compactação do solo, plantar espécies que atraiam animais polinizadores e dispersores de sementes para acelerar a recuperação da área e conscientizar a população quanto ao descarte de entulhos, agrotóxicos e outros produtos que irão impedir o desenvolvimento e recuperação da área.

4.4 Recursos hídricos

A bacia do rio Manuel Alves possui três estações fluviométricas, operadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, em bom estado e que permitem estimar de forma confiável a disponibilidade hídrica nos seus rios. As estações consistem em réguas instaladas no leito do rio, que correlacionam o nível de água que passa na seção no momento em que é feita a leitura.

Um valor de vazão mínima de referência, para a gestão de recursos hídricos nos rios é o Q90. Isto significa que em 90% dos registros de observações para este rio, os valores observados são iguais ou maiores que ele. É com base nestes valores que se calcula o quanto pode ser retirado de um rio pelos usuários e conseqüentemente concedidas as outorgas.

Os resultados de medição de vazão e seus respectivos pontos de medições são apresentados na figura 16 e na tabela 2, acompanhadas das estimativas de vazões mínimas de referência em diversos rios da Bacia.

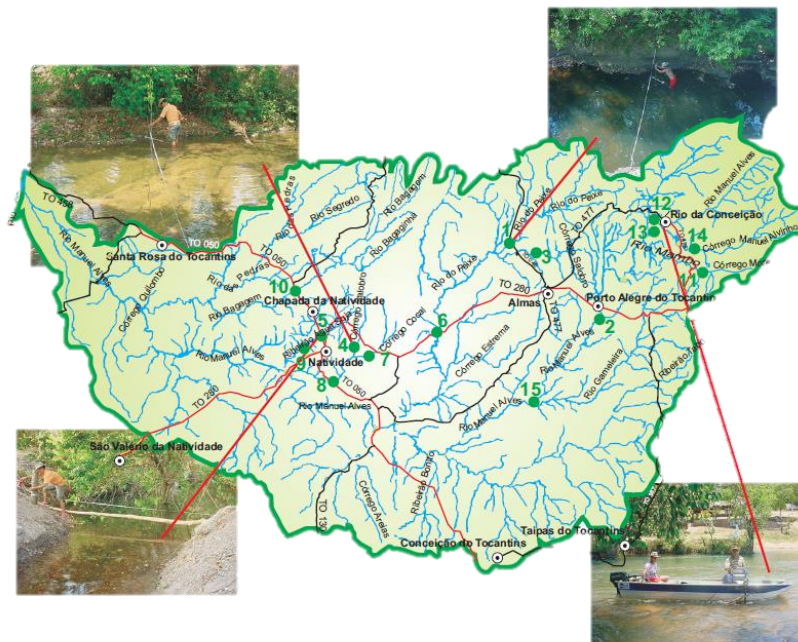


Figura 16 - Mapa com pontos de medição de Vazão da Bacia do rio Manuel Alves
Fonte: SRHMA, (2008).

Em toda a bacia são distribuídos 15 pontos para aferições de vazões para fim de monitoramento e servem como instrumento de gestão pois são obtidos valores

reais em cada ponto da bacia, permitindo uma visão geral da bacia e seu potencial para concessões de outorgas de direitos para diversos usos.

O Rio Manuel Alves é detentor de uma das maiores vazões presente na bacia alcançando até 24,064m³/s, seguido do Rio da Conceição com 16,017m³/s, esses rios possuem grande potencial hidráulico, como aproveitamento hidroagrícola e até mesmo para geração de energia com possíveis construções de hidrelétricas para tal fim.

<i>Pontos</i>	<i>Localidades</i>	<i>Manancial</i>	<i>Q medidas m³/s</i>	<i>Q90 m³/s</i>
1	Rio do Peixe Montante	Rio do Peixe	0,145	0,187
2	Porto Alegre do Tocantins	Rio Manuel Alves	17,926	23,124
3	Próximo a fazenda do Peixe Montante	Ribeirão do Pedro	0,038	0,049
4	Ponte Córrego Salobro I	Córrego Salobro	0,101	0,13
5	Ribeirão Água Suja	Ribeirão Água Suja	0,221	0,285
6	Ponte do Peixe	Rio do Peixe	1,241	1,601
7	Ponte Córrego Cocal	Córrego Cocal	0,23	0,297
8	Ponte Córrego Salobro II	Córrego Salobro	0,223	0,288
9	Ribeirão Água Suja II	Ribeirão Água Suja	0,248	0,32
10	Ponte Rio Barragem	Rio Barragem	1,466	1,891
11	Mombó	Rio Mombó	0,079	0,102
12	Rio da Conceição	Rio da Conceição	12,417	16,017
13	Ponte Rio Peixinho	Rio Peixinho	0,228	0,294
14	Ponte Manuel Alvinho	Rio Manuel Alvinho	5,32	6,863
15	Fazenda Barra da Gameleira	Rio Manuel Alves	18,655	24,064

Tabela 2 - Disponibilidades hídricas estimadas através de correlação com vazões instantâneas na bacia do rio Manuel Alves.

Fonte: SRHMA

4.5 Demandas hídricas

Nas tabelas de 3 a 5, são apresentadas as demandas totalizadas por classe de demanda (doméstica, animal e irrigação). Considera a possibilidade de atendimento atual já implantada a primeira etapa do projeto Manuel Alves que retira 5,7 m³/s da barragem Manuel Alves. Lembrando que após a construção da Barragem Manuel Alves, a disponibilidade aumentou de 22,1 m³/s para 33 m³/s.

A demanda de abastecimento público (urbano e rural), mesmo sendo a mais importante por se tratar da dessedentação dos seres humanos é a que representa menor parcela da demanda total. Atualmente totaliza 74 l/s conforme a tabela 3. Em primeira análise pode-se pensar que o pequeno valor da demanda significa que o abastecimento seja de fácil operacionalização, o que não é verdade, devido aos núcleos populacionais estarem dispersos numa bacia de tão imensa extensão territorial.

Município	Urbana	Rural	Total
Almas	0,012	0,001	0,013
Chapara da Natividade	0,003	0,002	0,005
Conceição do Tocantins	0,005	0,002	0,007
Dianópolis	0,000	0,004	0,004
Natividade	0,013	0,002	0,015
Pindorama do Tocantins	0,005	0,002	0,007
Porto Alegre do Tocantins	0,003	0,001	0,004
Rio da Conceição	0,002	0,000	0,002
Santa Rosa do Tocantins	0,005	0,002	0,007
São Valério da Natividade	0,005	0,002	0,007
Taipas do Tocantins	0,002	0,001	0,003
TOTAL	0,055	0,019	0,074

Tabela 3 - Demanda de água para o abastecimento doméstico (m³/s).

Fonte: SRHMA

A demanda dos rebanhos (pecuária) atualmente soma 133 l/s, uma demanda pequena comparada à demanda total da bacia. Assim como a demanda de abastecimento humano, os rebanhos se encontram dispersos na bacia, entretanto a água para os rebanhos não exige padrões de qualidade rigorosos.

A maior demanda verificada na bacia do rio Manuel Alves é a agricultura irrigada que representa atualmente 5,9 m³/s (96% da demanda total), conforme tabela 4.

Município	Manancial	Atual
Porto Alegre do TO	Rio Manuel Alves	0,009
Porto Alegre do TO	Rio Manuel Alves	0,009
Porto Alegre do TO	Córrego Buriti	0,009
Eixo - 3	PROPERTINS	5,700
Chapara da Natividade	Córrego Atanásio	0,196
TOTAL		5,923

Tabela 4 - Demanda de água para irrigação (m3/s).

Fonte: SRHMA

Apesar do problema da irrigação se mostrar equacionado, o grande desafio da bacia do rio Manuel Alves é o atendimento da população rural e dos rebanhos que se encontram espalhados pelo vasto território em áreas sem segurança hídrica onde os rios e poços secam durante a estiagem que perduram de maio a setembro.

Demandas	Atual
Abastecimento Doméstico Urbano	0,055
Abastecimento Doméstico Rural	0,019
Criação de Animais	0,133
Irrigação	5,923
TOTAL	6,130

Tabela 5 - Demanda total de água na Bacia (m3/s).

Fonte: SRHMA

4.6 Enquadramento dos corpos de água

O Enquadramento é um dos instrumentos mais importantes para o gerenciamento de recursos hídricos, pois permite decidir que tipo de usos da água vamos querer para nossos rios no futuro.

Instrumento previsto no Art. 9º, Lei nº 9.433, de 1997, regulamentado pela resolução CONAMA 257/2005, que estabelece entre outros tópicos, os níveis de

qualidade que os corpos d'água devem possuir para atender às necessidades dos usuários, comunidade e ambiente.

Enquadrar um rio, significa “definir quais usos queremos fazer este rio no futuro” e não necessariamente tem a ver com o estado que ele se encontra atualmente. A tabela 6 ilustra bem este raciocínio.

As águas doces foram divididas em 5 classes para fins de enquadramento: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. À medida que a Classe aumenta, a qualidade exigida para a água diminui, o que significa que somente os usos menos exigentes podem ser satisfeitos por esta classe.

Usos	Classe	
Abastecimento para consumo humano, com desinfecção	Especial	
Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado	1	
Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional	2	
Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado	3	
Dessedentação animal	3	
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Especial	
Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação	Especial	
Proteção das comunidades aquáticas	1	
Recreação com contato primário: Natação, esqui e mergulho	2	1
Recreação de contato secundário	3	
Navegação	4	
Pesca e Aquicultura	2	
Pesca amadora	3	
À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo, e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	1	
À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto	4	
Harmonia Paisagística	4	

Tabela 6 - Tipos de uso por classe de enquadramento (Resolução CONAMA 357/05).

Fonte: SRHMA

A classe do enquadramento de um corpo d'água deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade, levando em conta as prioridades de uso da água. A discussão e o estabelecimento desse pacto ocorrem no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh). O enquadramento é referência

para os outros instrumentos de gestão de recursos hídricos como a outorga e cobrança e instrumentos de gestão ambiental como o licenciamento e monitoramento, sendo, portanto, um importante elo entre o Singreh e o Sistema Nacional de Meio Ambiente.

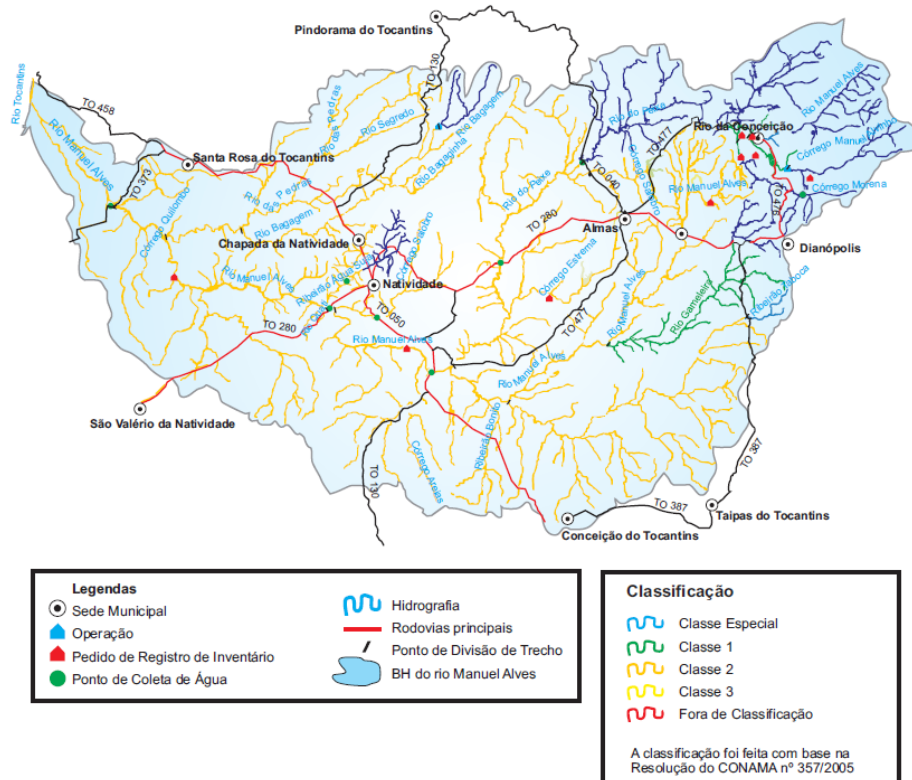


Figura 17 - Enquadramento da Bacia do Rio Manuel Alves
Fonte: SRHMA

Pode ser observado na tabela 6, que um Enquadramento restritivo demais poderá travar o desenvolvimento da bacia, enquanto um Enquadramento menos restritivo poderá prejudicar os ecossistemas e inviabilizar usos importantes. Diante destas razões mostra-se como é importante o envolvimento da sociedade, usuários e poder público na elaboração e aprovação deste instrumento de gestão.

4.7 Fraquezas e ameaças na Bacia do Rio Manuel Alves

As fraquezas e ameaças são os obstáculos internos e externos a serem vencidos para um planejamento efetivo.

Não se considera sustentável um desenvolvimento que mantém o capital ecológico intacto e coloca o homem numa situação sem as mínimas condições de sobrevivência, nem tampouco uma atividade produtiva de mercado que gere divisa e excedentes e provoque a devastação do meio ambiente.

A ideia principal do desenvolvimento sustentável é utilizar os recursos disponíveis na natureza, respeitando os limites de renovação e se revertendo em benefícios para a própria bacia e comunidade.

Desta forma, as principais fraquezas e ameaças verificadas na bacia do rio Manuel Alves são desmatamento e queimadas, manejo inadequado do solo, praticas inadequadas de extrativismo vegetal e falta de infraestrutura hídrica e sanitária.

4.7.1 Desmatamento e queimadas

Alguns pesquisadores defendem que o fogo é um dos fatores, tais como o clima, solo, disponibilidade de água, que desempenha um importante papel na formação das características do Cerrado. Algumas espécies desenvolveram inclusive, resistência aos incêndios naturais provocados por tempestades e raios. Porém a frequência com que as queimadas ocorriam era muito menor que as atuais. Hoje a prática de queimadas para a formação de pasto de capim nativo para o gado, torna o fogo uma paisagem comum durante as estiagens na Bacia.



Figura 18 - Foco de queimada na Bacia do Rio Manuel Alves
Fonte: SRHMA

Essa prática do fogo tem provocado uma mudança significativa na paisagem com alguns prejuízos ao ecossistema: tais como morte de espécies não adaptadas ao fogo, redução das áreas de Cerrado e aumento das áreas de campo e pastos.

4.7.2 Manejo inadequado do solo

Os processos erosivos são comuns nos tipos de solo encontrados na região (Latosolos) e requerem a utilização de técnicas conservacionistas e manejo cuidadoso. Os focos erosivos identificados na bacia são decorrentes principalmente da falta de dispositivos de drenagem adequados nas estradas. Estes processos se iniciam bem pequenos com a formação de sulcos e se transformam posteriormente em grandes ravinas e voçorocas, atingindo estágios quase que irreversíveis.



Figura 19 - Voçorocas decorrentes de más condições de drenagem
Fonte: SRHMA

Em decorrência da fragilidade dos solos da bacia, torna-se necessário adotar práticas de manejo que evitem a formação dos processos erosivos. Na figura que segue, é mostrado uma prática conservacionista de manejo do solo para fins de combate à erosão, implantadas na bacia do rio Manuel Alves.



Figura 20 - Construção de muros de pedras para combate à erosão
Fonte: SRHMA

4.7.3 Práticas não autorizadas de exploração vegetal

Outra ameaça para a região é o desmatamento ilegal com a finalidade de produzir carvão vegetal e lenha. Hoje sabe-se que o maior consumidor de carvão vegetal é o parque siderúrgico do Estado de Minas Gerais, que importa carvão dos estados mais próximos, principalmente dos estados de Goiás e Bahia.

É estimado que cada caminhão de carvão vegetal transporte cerca de 50 metros cúbicos de carvão o que equivale ao desmatamento de 2 hectares de cerrado.

4.7.4 Falta de infraestrutura hídrica e sanitária da Zona Rural da Bacia

A zona rural da região Sudeste do Tocantins é caracterizada pela presença de rios intermitentes e pela carência de obras de infraestrutura que garantam a segurança hídrica e sanitária das populações e rebanhos que se encontram difusas ao longo da Bacia.

Durante as estiagens é comum secarem rios, barraginhas e poços amazonas que são as principais fontes de abastecimento da população e dos rebanhos.

As condições precárias das moradias da zona rural, dificultam o funcionamento de obras importantes, como a construção de cisternas para armazenamento da água de chuva, devido a inexistência de telhados apropriados que sirvam como área de captação das cisternas.

A falta de condições sanitárias nos domicílios (banheiros e água encanada) e a convivência próxima a animais domésticos, coloca os poços amazonas, que são fontes de abastecimento da população rural, em situação de alta vulnerabilidade à contaminação por microrganismos.



Figura 21 - Domicílio rural em situação precária
Fonte: SRHMA

Mesmo sendo construídas obras de captação de água da chuva e armazenamento em cisternas esta falta de condições sanitárias requer um manejo cuidadoso a fim de evitar a contaminação da água armazenada e inutilização da mesma.

Os resíduos sólidos urbanos têm sua destinação final, de uma forma totalmente inadequada. Ao invés de aterros sanitários o lixo, muitas vezes contendo restos mortais de gados e resíduos domiciliares, são descartados sem nenhuma preocupação quanto a contaminação do solo e da água.

4.8 Ações e intervenções voltadas ao desenvolvimento da Bacia

As ações que seguem objetivam orientar diretamente os gestores para solucionar os possíveis problemas identificados na Bacia do Rio Manuel Alves fortalecendo as diretrizes para o aproveitamento de forma racional e sustentável dos recursos hídricos.

Agricultura Irrigada e Desenvolvimento Regional Sustentável

Ação: Incremento das disponibilidades hídricas de reservatórios

Resolver os desequilíbrios entre a oferta e a demanda sazonal de água para irrigação e usos múltiplos, através da implantação de reservatórios em locais estratégicos, que ofereçam as vazões demandadas nas épocas e locais necessários.

Ação: Desenvolvimento da agricultura irrigada como projeto estruturante do desenvolvimento sustentável da bacia

Definir áreas irrigáveis e planos agrícolas compatíveis com clima, solo, disponibilidade hídrica e possibilidade de inserção no mercado regional.

Ação: Desenvolvimento da pesca e Aquicultura

Promover ações no sentido de garantir os estoques pesqueiros em decorrência da proteção da qualidade das águas, bem como através da aquicultura, fiscalização da atividade pesqueira, entre outras.

Ação: Desenvolvimento de Atividades de Lazer e Ecoturismo

Desenvolver ações que visem ao aproveitamento racional dos recursos naturais da região, principalmente os corpos de água e cachoeiras, no sentido de incentivar as práticas de ecoturismo e lazer, com preservação ambiental, crescimento econômico e bem estar social.

Saneamento Urbano e Qualidade das Águas**Ação: Complementação dos Sistemas de Abastecimento Público de Água**

Apresentar soluções para a universalização do abastecimento de água dos núcleos urbanos da bacia, dentro de uma perspectiva de bem estar social e desenvolvimento sustentável.

Ação: Implantação de Sistemas de Coleta e Tratamento de Esgotamento Sanitário Urbano

Propor ações na área de saneamento urbano, com foco nas interfaces desse setor com a área de recursos hídricos, afim de evitar a degradação da qualidade das águas pelo lançamento de esgotos domésticos não tratados.

Ação: Coleta e Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos

Propor ações destinadas a coleta e destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos para evitar que os mesmos, via rede de drenagem, venham a contaminar os corpos de água da bacia.

Ação: Implantação de Sistemas de Drenagem Urbana

Indicar soluções para o escoamento das águas pluviais em centros urbanos de maior porte, evitando erosão e melhoramento as condições das cidades, da saúde da população e do meio ambiente.

Ação: Implantação de Sistemas de Drenagem Urbana

Indicar soluções para o escoamento das águas pluviais em centros urbanos de maior porte, evitando erosão e melhoramento as condições das cidades, da saúde da população e do meio ambiente.

Saneamento Rural e Qualidade das Águas**Ação: Complementação dos Sistemas de Abastecimento Público Rural de Água**

Apresentar soluções para a universalização do abastecimento de água do meio rural da bacia, que minimizem os problemas gerados pela estiagem, usando soluções convencionais (adutoras, poços) e não convencionais (cacimbas, etc.) dentro de uma perspectiva de bem estar social e desenvolvimento sustentável.

Ação: Mitigação das Cargas Poluidoras Provenientes da Agricultura e da Pecuária

Indicar soluções e práticas agropecuárias adequadas para minimizar o lançamento de cargas poluidoras nos cursos de água, evitando o comprometimento da qualidade das águas.

Conservação Ambiental da Bacia**Ação: Preservação de Matas Ciliares e Áreas de Nascentes**

Propor ações no sentido de preservar e recuperar a cobertura vegetal dos leitos, nascentes e áreas de preservação, com vista à proteção dos recursos hídricos da bacia.

Ação: Controle da Erosão e do Assoreamento

Indicar práticas agrícolas, de manejo de solos e outras, que evitem a erosão, o carreamento de sedimentos para os cursos de água e o assoreamento, que diminuam a capacidade de suas calhas e a qualidade das águas.

Ação: Educação Ambiental Voltada aos Recursos Hídricos

Promover a capacitação de profissionais, gestores públicos e membros da sociedade para atuarem na gestão ambiental integrada com os recursos hídricos.

Ações Voltadas à Gestão dos Recursos Hídricos**Ação: Cadastro de Usuários, Outorga de Direito e Fiscalização do Uso das Águas**

Propor práticas para identificar com precisão os usuários das águas, complementar o sistema de outorga, bem como fiscalizar a normatização estabelecida para o uso racional das águas.

Ação: Enquadramento dos corpos de água em classes de uso

Propor as classes de usos de água preponderantes a serem adotados em cada trecho de rio.

Ação: Cobrança pelo Uso da Água

Estabelecer, aperfeiçoar e implantar os procedimentos de cobrança pelos usos das águas, de forma harmônica com a sociedade, destinado a aplicação dos recursos arrecadados para a própria bacia.

Ação: Integração e Articulação com os Planos e Planejamentos de Recursos Hídricos Existentes

Definir uma estratégia técnica e institucional visando compatibilizar, sob o ponto de vista cronológico e territorial, os planejamentos existentes ou em execução a respeito da região onde a bacia se insere.

Ações de apoio à implementação do programa

Ação: Estruturação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos

Propor um conjunto de ações de forma a tornar disponíveis informações quanti-qualitativas a respeito dos recursos hídricos da bacia, inclusive os seus usos, visando facilitar o processo de gestão da bacia.

Ação: Complementação do Sistema de Monitoramento dos Recursos Hídricos

Propor ações que permitam aumentar o nível do conhecimento dos recursos hídricos da bacia, nos seus aspectos hidroclimatológicos, qualitativos e sedimentológicos.

Desenvolvimento Tecnológico e Capacitação Técnica

Ação: Desenvolvimento Tecnológico e dos Recursos Humanos da Região

Propor medidas que permitam formar e capacitar especialistas com atuação na região, o que facilitará a implementação das medidas previstas, as quais devem ser assimiladas pela sociedade local.

Ação: Capacitação Técnica e Material do Órgão Gestor dos Recursos Hídricos

Definir as medidas necessárias, em termos de recursos humanos e materiais, para que o órgão gestor dos recursos hídricos possa implementar todas as ações previstas no programa de desenvolvimento da bacia.

Ação: Mobilização e Comunicação Social para Gestão Participativa

Estabelecer as medidas necessárias para a mobilização permanente dos atores sociais, políticos e técnicos estratégicos nos processos de motivação da população para a participação na gestão da bacia.

5. CONCLUSÕES

A bacia hidrográfica em estudo está inserida na região sudeste do Estado do Tocantins, localização com índices pluviométricos baixos, se comparada as demais regiões do estado. Por meio da gestão dos recursos hídricos é possível minimizar os impactos da estiagem e garantir o recurso para os usos múltiplos ocasionando em um melhor desenvolvimento dos municípios integrantes da bacia. O presente estudo se fez necessário não somente em apresentar dados atuais da gestão, como também no desenvolvimento do gerenciamento da bacia hidrográfica, para que fosse possível caracterizar, avaliar e planejar o uso dos recursos hídricos, garantindo a continuidade do funcionamento do Projeto de Irrigação Manuel Alves.

O atual gerenciamento da bacia hidrográfica do Rio Manuel Alves encontra-se em desenvolvimento e mesmo sendo uma região onde a densidade demográfica é baixa com as demandas por uso reduzidas, isso não isenta a bacia de sua merecida atenção, visto que um dos maiores empreendimentos no setor de Irrigação da região norte do país localizado em Dianópolis, necessita destes recursos para seu funcionamento e para o desenvolvimento da região sudeste do Tocantins.

A implantação deste projeto trouxe aos pequenos produtores a oportunidade, antes nem cogitada, devido extenso intervalo de estiagem que vai de maio a setembro, de promover a fruticultura irrigada, trazendo desenvolvimento econômico local para a sociedade inserida na bacia.

Para o sucesso da aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos é necessária a articulação de todos os instrumentos de gerenciamento, dentro da diretriz de gestão integrada de recursos hídricos, assim como é necessário também que os Planos de Recursos Hídricos estejam apoiados em programas de desenvolvimento e conservação, promovendo o equilíbrio entre o desenvolvimento social e econômico. Para isso existe a necessidade, no processo de gestão de recursos hídricos, de regras claras e consistentes, que levem em consideração as peculiaridades da bacia, para enfrentar os possíveis conflitos gerados pelo uso da

água. Isto comprova a importância de o sistema de gestão de recursos hídricos ser descentralizado, integrado, participativo e, sobretudo, transparente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agricultura Irrigada. **Estudo técnico de apoio ao PBHSF nº 12**. Brasília: ANA; GEF; PNUMA; OEA, 2004.

BERNARDI, C.C.; **Reuso de água para irrigação**. ISEA-FGV, 2003 Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: Silva, D. D.; Pruski, F. F. (Ed.). Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Viçosa: UFV, 1997. 252p.

BINOTTO, D. **Proposta de Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Arroio Jacutinga, Município de Ivorá – RS**. 2012. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2012

BORDALLO, C. L. A. **A Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento dos Recursos Hídricos**. Belém: NUMA/UFPA, 1995.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Recursos Hídricos: Conjunto de Normas Legais**. Brasília. 2004. 243 p.

BRASIL, República Federativa do. **Lei nº 9.433**, de 8 de janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília: Presidência da República, 1997.

CUNHA, LUIZ VEIGA D., **Gestão das Águas: Principais Fundamentos e sua aplicação em Portugal**, Fundação Calouste Gulbenkian. 1982

DELEVATI, D. et al. **O processo de Planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. Comitê Pardo**: Comitê de gerenciamento da bacia hidrográfica do Rio Pardo. Santa Cruz do Sul, RS, 2005.

FERNANDEZ, J. C.; GARRIDO, R. J. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador: EDUFBA, 2002.

LANNA, E.L. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: Aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília. IBAMA, 1995. 171p.

LIMA, W. P (Org.); ZAKIA, M. J. B. (Org.). **As florestas plantadas e a água: implementando o conceito de microbacia hidrográfica como unidade de planejamento**. São Carlos, SP: RiMa, 2006. 218 p.

LINSLEY, Ray K.; FRANZINI, Joseph B. **Engenharia de Recursos Hídricos**. Tradução e adaptação de Luiz Américo Pastorino. São Paulo: McGraw Hill, 1978.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. **Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento**. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros. Três Lagoas, v.5, n.7, p. 102-121, 2008.

PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. **Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2001, v.1, p. 624.

PINTO, N.; HOLTZ, A. C.; MARTINS, J. e GOMIDE, I. L., **Hidrologia Básica**. São Paulo. Edgard Blucher. 1976. 278 p.

RIGHETTO, A. M., **Hidrologia e Recursos Hídricos**. São Carlos – EESC/USP, 1998. 840 P.

TOCANTINS. Constituição (1989). Constituição do Estado do Tocantins. Palmas, TO, 1989.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre, RS: ABRH-Edusp, 1993. 943 p.

VILLELA, S. M. & MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo / SP, Ed. McGraw-Hill do Brasil, 1º ed., 1975.

WISLER, C.O.; BRATER, E.F. **Hidrologia**. Tradução e publicação de Missão Norte-Americana pela Cooperação Econômica e Técnica no Brasil. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A., 1964.