



**Universidade de Brasília**  
**Faculdade de Tecnologia**  
**Departamento de Engenharia Florestal**

**AVALIAÇÃO INTEGRADA DA SUSTENTABILIDADE DA BACIA  
DO RIO SÃO BARTOLOMEU**

Alexandre Jorge Pádua

Orientador: Professor Dr. Henrique M. L. Chaves

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília como requisito da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso.

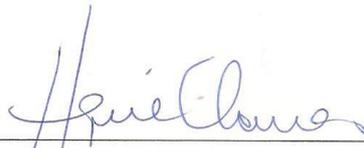
Brasília, dezembro de 2016

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

AVALIAÇÃO INTEGRADA DA SUSTENTABILIDADE DA BACIA DO RIO SÃO  
BARTOLOMEU

Aluno: Alexandre Jorge Pádua

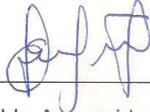
Menção SS



Prof. Dr. Henrique Marinho Leite Chaves

Universidade de Brasília – UnB

Orientador



Prof. Dr. Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi

Universidade de Brasília – UnB

Membro da banca examinadora



Eng. Florestal Esp. Fernando Antônio Rodrigues Lima

Fundação Pró-Natureza – FUNATURA

Membro da banca examinadora

Brasília, 13 de dezembro de 2016

### **Dedicatória**

Dedico este trabalho a minha mãe, Maria Tereza Jorge Pádua, por tudo que fez e ainda faz por mim e pelo meio ambiente no Brasil, e ao meu pai, Luiz Fernando Maceira de Pádua (in memoriam), por ter sido o meu guia e minha referência desde meus primeiros passos.

## RESUMO

A bacia do São Bartolomeu é uma das principais fontes provedoras de recursos hídricos para o Distrito Federal e alguns municípios goianos que com ele fazem fronteira ao sul, mas sofre com a pressão da ocupação urbana e rural e com o uso irracional de suas águas. A escassez hídrica ameaça o Distrito Federal e região e o uso de um instrumento que facilite a compreensão dos fatores que influenciam na sustentabilidade ambiental e social da bacia pode ser um instrumento útil para orientar ações de gestão integrada e preservação da bacia do São Bartolomeu. O *WSI-Watershed Sustainability Index* foi desenvolvido para avaliar, de forma integrada, a sustentabilidade das bacias hidrográficas. O índice considera quatro fatores de forma equitativa: hidrologia, meio ambiente, políticas públicas e desenvolvimento humano. O WSI foi aplicado à bacia do rio São Bartolomeu e apontou nível “intermediário” para a sustentabilidade da bacia.

**Palavras-chave:** hidrologia, meio ambiente, gestão integrada de bacias, políticas públicas, desenvolvimento humano.

## ABSTRACT

São Bartolomeu's river basin is one of the main sources providing water resources to the Federal District of Brazil and some municipalities of the state of Goiás, which border the Federal District on its south side, but it suffers with pressure of urban and rural occupation and the irrational use of its waters. The scarcity of water resources threatens the Federal District and surrounding region and the use of a tool that facilitates the understanding of the factors influencing the basin's environmental and social sustainability may be useful to guide the actions of integrated management and preservation of the São Bartolomeu's basin. The *WSI-Watershed Sustainability Index* was developed to assess, in an integrated way, the sustainability of water basins. The index considers four factors in an equitable manner: hydrology, environment, public policies and human development. WSI was applied to São Bartolomeu's river basin and pointed towards an intermediate level in terms of the basin's sustainability.

**Key words: hydrology, environment, integrated basin management, public policies, human development.**

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	9
2. Justificativa .....	11
3. Objetivos .....	15
3.2 Geral.....	17
3.3 Específicos.....	19
4. Revisão bibliográfica e de dados .....	12
5. Material e métodos .....	15
5.1 Caracterização da bacia do São Bartolomeu .....	11
5.1.1 Localização .....	15
5.1.2 Clima .....	16
5.1.3 Geomorfologia .....	16
5.2 metodologia .....	11
6. Resultados e discussão .....	25
6.1 Parâmetro Pressão para o Indicador hidrológico quantitativo .....	25
6.1.1 Parâmetro Pressão para o Indicador Hidrológico Qualitativo .....	28
6.1.2 Parâmetro Pressão Indicador Ambiental (EPI).....	28
6.1.3 Parâmetro Pressão para o indicador Qualidade de Vida .....	31
6.1.4 Parâmetro Pressão para o Indicador Políticas Públicas (IDH-Educação). 34	
6.2 Parâmetro Resposta para o Indicador Hidrológico .....	34
6.2 Parâmetro Resposta Indicador Hidrológico Quantitativo .....	34
6.2.1 Parâmetro Estado Indicador Hidrológico Qualitativo .....	35
6.2.2 Parâmetro Estado Indicador Ambiental .....	35
6.2.3 Parâmetro Estado Indicador Desenvolvimento Humano .....	35
6.2.4 Parâmetro Estado Indicador Políticas Públicas .....	35
6.3 Parâmetro Resposta Indicador Hidrológico Quantitativo .....	39
6.3.1 Parâmetro Resposta Indicador Hidrológico Qualitativo .....	40
6.3.2 Parâmetro Resposta Indicador Ambiental .....	42
6.3.3 Parâmetro Resposta Indicador Desenvolvimento Humano .....	44
6.3.4 Parâmetro Resposta Indicador Políticas Públicas .....	45
6.4 Valor Global do WSI.....	47
6.5 Considerações acerca da sustentabilidade da Bacia do São Bartolomeu 47	
6.6 Comparando o WSI da bacia do São Bartolomeu com outras bacias hidrográficas da América Latina.....	49

7. Conclusão.....	50
8. Referências.....	51

## LISTA DE FIGURAS

<u>Figura 1 Localização da Bacia do São Bartolomeu .....</u>	16
<u>Figura 2 Unidades geomorfológicas da Bacia do São Bartolomeu.....</u>	18
<b>Erro! Indicador não definido.</b>	
<u>Figura 3: Solos predominantes na Bacia do São Bartolomeu .....</u>	19
<u>Figura 4: Representação da área de abrangência de postos hidrológicos .....</u>	26
<u>Figura 5: Mapa de uso e ocupação do solo na Bacia do São Bartolomeu – 2008</u>	29
<u>Figura 6: Mapa de uso e ocupação do solo na Bacia do São Bartolomeu - 2013</u>	30
<u>Figura 7: Evolução do IDHM-Renda de Planaltina-GO.....</u>	32
<u>Figura 8: Mapa da área que cada município ocupa na bacia do São Bartolomeu</u>	33
<u>Figura 9: Fotos 1 e 2 do viveiro de mudas nativas Alto São Bartolomeu .....</u>	38
<u>Figura10: Fotos 3 e 4 do viveiro de mudas nativas Alto São Bartolomeu .....</u>	39
<u>Figura 11: Fotos 5 e 6 propriedade rural (Planaltina-GO) colaboradora do PSBV</u>	39
<u>Figura 12: valores globais de WSI para bacias hidrográficas da América Latina.</u>	49

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Matriz de indicadores e parâmetros do Índice WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007). .....	20
Tabela 2: Parâmetros de pressão do Índice WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007). .....	21
Tabela 3: Parâmetros de estado do Índice WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007). .....	23
Tabela 4 : Parâmetros de resposta do Índice WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007). .....	24
Tabela 5: Classificação do escore final do WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007). .....	25
Tabela 6: Valores de VU, VA, %VU e %VA.....	31
Tabela 7: Gráfico de evolução do IDMH-Renda para Planaltina-GO .....	32
Tabela 8: Quadro IDHM-Renda dos municípios da bacia do São Bartolomeu.	32
Tabela 9: Quadro IDHM-Educação dos municípios da bacia do São Bartolomeu .....	34
Tabela 10: Quadro IDHM-Educação global da bacia do São Bartolomeu.....	34
Tabela 11: Quadro IDHM dos municípios da Bacia do São Bartolomeu .....	35
Tabela 12: Áreas de Proteção de Mananciais criadas pelo PDOT (GDF,2009) Adaptado de PGIRG/DF (2012) .....	43
Tabela 13: Áreas protegidas nas UHA (excetuando-se APAs) Adaptado de PGIRG/DF (2012).....	44
Tabela 14: IDHM dos municípios da bacia do São Bartolomeu. ....	45
Tabela 15: Valores nominais e corrigidos para os investimentos nos três principais programas .....	46
Tabela 16: WSI Global para a bacia do Rio São Bartolomeu.....	47

## 1. Introdução

O cerrado é um dos biomas mais importantes em termos de bacias hidrográficas da América do Sul, pois abrange três das maiores bacias do continente: do Araguaia/Tocantins, do São Francisco e do Paraná/Paraguai. Apesar de sua importância e relativa abundância de recursos hídricos, a questão hidrográfica ainda é motivo de grande preocupação para toda a região Centro-Oeste.

Neste trabalho abordaremos, utilizando o Índice de Sustentabilidade de Bacias-WSI (CHAVES & ALIPAZ, 2007), a situação da Bacia Hidrográfica do Rio São Bartolomeu. O Índice de Sustentabilidade de Bacias-WSI (doravante WSI) é um indicador que visa avaliar a sustentabilidade desta bacia hidrográfica, considerando as pressões sofridas e as repostas relacionadas a sua gestão (CHAVES, 2009).

O Rio São Bartolomeu nasce ao norte do Distrito Federal, formado pela junção do Rio Pipiripau e do Ribeirão Mestre D'Armas, atravessa o DF no sentido norte/sul, passando pelos municípios de Planaltina, Sobradinho, Paranoá até adentrar o sudeste do Estado de Goiás pelo sul do Distrito Federal, percorrendo os municípios de Cidade Ocidental, Luziânia e Cristalina para, finalmente, desembocar no Rio Corumbá. O São Bartolomeu, logo após sua formação, recebe o Ribeirão Sobradinho, Córregos do Meio, Quinze e Rajadinha, para depois confluir com o Rio Paranoá e seguir em direção ao Corumbá. Por ser abrangido pelo Estado de Goiás e pelo Distrito Federal, o Rio São Bartolomeu é considerado de domínio da União.

Por drenar grandes áreas do trecho central do Distrito Federal e constituir sua principal Bacia Hidrográfica, o São Bartolomeu é considerado o mais importante manancial para o abastecimento presente e futuro do Distrito Federal (FUNATURA, 2008). Sendo assim, a sustentabilidade da Bacia do São Bartolomeu constitui uma preocupação permanente não apenas para os órgãos governamentais, ONGs e instituições de pesquisa, mas para toda a sociedade.

Um diagnóstico para o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal apontou a bacia do São Bartolomeu como a que mais

contribui para as vazões médias e mínimas do Distrito Federal e entorno, com 35,5% do total. Para vazão média de longo prazo o valor é de 32,3%.

Em 2008, uma parceria entre a Fundação Pró-Natureza e a Fundação Banco do Brasil realizou um diagnóstico socioeconômico e Ambiental da bacia do Rio São Bartolomeu. O diagnóstico fez levantamentos sobre a situação de conservação da bacia naquele ano: uso e ocupação do solo, aspectos populacionais e indicadores sociais da região, situação fundiária, atividades turísticas, além de definir áreas prioritárias para a recuperação da bacia. Tendo em vista a qualidade do diagnóstico realizado em 2008, este trabalho pretende utilizá-lo como ponto de partida para a análise da sustentabilidade da bacia com base na metodologia do WSI aplicada para a bacia do rio São Bartolomeu.

Desde 2009, programas hidro-ambientais vêm sendo implantados na bacia do Rio São Bartolomeu, tais como o Programa Produtor de Água-ANA, o Projeto Rio São Bartolomeu Vivo e o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal. Estes programas visam à recuperação ambiental e hidrológica da bacia com finalidade de contribuir para a sustentabilidade da bacia do São Bartolomeu. A observância da implementação das medidas de proteção dos mananciais e as ações de conservação previstas nos projetos constituem importante fator para a avaliação integrada da sustentabilidade da bacia do São Bartolomeu.

Contudo, para atingir os objetivos dos programas e ações voltados para a conservação e sustentabilidade da bacia, não bastam investimentos e estudos técnicos que orientem suas aplicações, é necessária a conscientização e consequente participação de todos os atores que dependem da bacia do São Bartolomeu para suas demandas pessoais e atividades produtivas.

Recentemente, o Governo do Distrito Federal, através de seus órgãos competentes, vem alertando a população para o crescente risco de racionamento de água no Distrito Federal. A pressão sobre os recursos hídricos no Distrito Federal e entorno, no entanto, não para de crescer, diminuindo gradativamente a disponibilidade hídrica per capita.

## **2. Justificativa**

A sustentabilidade do abastecimento de água no Distrito Federal está diretamente ligada à preservação de seus mananciais, entre os quais se destaca o Rio São Bartolomeu, principal manancial que drena e abastece o Distrito Federal. Por isso, a aplicação de um índice que permita avaliar a situação atual e o impacto das ações de gestão, recuperação da bacia e as repostas a essas ações, se torna uma importante iniciativa, identificando os riscos atuais e orientando futuras atividades de preservação e recuperação, assim como planejamentos de políticas públicas e de gestão integrada da bacia.

Neste ano de 2016, o Distrito Federal vem sendo castigado pela escassez de água, levando a CAESB a autorizar a execução de um plano de racionamento que atinge cerca de 88% da população. Com o crescimento constante da população dos municípios que compõem a Bacia do São Bartolomeu, bem como o aumento das áreas de produção agrícola, torna-se pertinente um indicador que forneça um panorama da sustentabilidade da Bacia que mais contribui para a disponibilidade hídrica no Distrito Federal (ADASA, 2012).

## **3. Objetivos**

### **3.1 Geral**

- Avaliar a sustentabilidade da Bacia do Rio São Bartolomeu, considerando suas fragilidades e potencialidades, por meio do índice WSI.

### **3.2 Específicos**

- i. Estimar a sustentabilidade global da Bacia do Rio São Bartolomeu utilizando o WSI e compará-la com a sustentabilidade calculada, de acordo com o mesmo índice, a outras bacias latino-americanas
- ii. Realizar um levantamento de todas as atividades de recuperação hidro-ambiental que estão sendo adotadas na bacia do São Bartolomeu, com enfoque no Programa Produtor de Água

- iii. Avaliar o impacto das ações de conservação atualmente em curso na bacia, tais como o Projeto São Bartolomeu Vivo, o Programa Água Brasil e o Programa Produtor de Água (PPA-Pipiripau) na sustentabilidade global da bacia e criação de unidades de conservação.

#### **4. Revisão bibliográfica e de dados**

O conjunto de dados secundários necessários para a realização deste trabalho foram extraídos de dez principais fontes. Contudo, é importante mencionar que a parte da bacia compreendida dentro do perímetro do Distrito Federal conta com um quadro de informações mais completo, devido à atuação das Agências Reguladoras e Companhia de Saneamento Ambiental.

1. Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Bacia do Rio São Bartolomeu (FBB; FUNATURA, 2008).
2. Relatórios técnicos da ADASA para o Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal (PGIRG/DF), composto de três volumes: i) Diagnóstico, ii) Prognóstico, iii) Relatório Síntese.
3. Dados disponibilizados pela CAESB e Secretarias de Recursos Hídricos e Meio Ambiente do estado de Goiás e Distrito Federal.
4. Relatório: qualidade de água do rio São Bartolomeu – Campanha de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (FBB; FUNATURA, 2008).
5. Avaliação da Situação da Qualidade das Águas do Distrito Federal Frente às Classes de Enquadramento Propostas (CAMPOS et al., 2015).
6. Nota técnica nº 01/2014 do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal Câmara Técnica Permanente – CTP/CRH-DF (2014).
7. Avaliação Integrada da Sustentabilidade de Quatro Bacias Hidrográficas Latino Americanas (CHAVES, 2009).

8. Application of the Watershed Sustainability Index to the Elqui river basin, North-Central Chile (CORTÉS et al., 2012)
9. Aplicação dos Indicadores de Impacto, Quantificação e Valoração dos Serviços Hidro-ambientais das Ações do PPA-Pipiripau, no contexto do Programa Água Brasil.
10. Auditoria Operacional na Gestão dos Recursos Hídricos do DF (TCDF, 2010)

O diagnóstico socioeconômico e ambiental da bacia (FBB; FUNATURA, 2008) descreve um panorama geral dos fatores ambientais e antrópicos que caracterizam a bacia no ano de 2008 e relata a situação fundiária da bacia, além dos aspectos históricos, culturais e ambientais da região. O diagnóstico traz ainda um mapa de uso do solo da Bacia Hidrográfica de Rio São Bartolomeu no ano de 2008. O diagnóstico divide a Bacia do São Bartolomeu em três regiões: alto, médio e baixo São Bartolomeu. O diagnóstico se propôs a caracterizar potencialidades e fragilidades da bacia do São Bartolomeu, visando apontar ações prioritárias de conservação, recuperação ambiental e desenvolvimento sustentável. Tais ações culminaram no projeto São Bartolomeu Vivo, em que foram realizadas diversas ações de recuperação e de preservação ambiental.

Os relatórios técnicos da ADASA no âmbito do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal (PGIRH/DF) fornecem dados e diagnósticos detalhados sobre demanda hídrica, qualidade das águas, uso e cobertura do solo na região do Distrito Federal e entorno. Juntamente com os dados disponibilizados pela ANA por meio do site *hidroweb*, forneceram os dados relativos à disponibilidade hídrica da bacia. O PGIRH é um instrumento de planejamento que objetiva conservar, utilizar de forma racional e recuperar os recursos hídricos das bacias hidrográficas do Distrito Federal, entre elas, a do Rio São Bartolomeu. O PGIRH objetivou subsidiar e orientar as iniciativas e decisões do Conselho de Recursos Hídricos e da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal.

O volume 1 do Plano de Gerenciamento Integrado dos Recursos Hídricos do Distrito Federal conta com uma caracterização hidrográfica do Distrito

Federal, uso e cobertura do solo e de aspectos socioeconômicos. O volume apresenta aspectos hídricos quantitativos e qualitativos das bacias hidrográficas do Distrito Federal.

O volume 2 do PGIRH/DF – Prognóstico e Programas de Ação traça um panorama da tendência e do cenário alternativo, estimando demandas hídricas, balanço hídrico para os diferentes cenários, incluindo a possibilidade de futuros conflitos entre setores usuários e alternativas de intervenções.

O volume 3 do PGIRH/DF – Relatório Síntese, além de sintetizar em um único volume os dados e as caracterizações, traz, em seu capítulo IV, um conjunto de planos e programas de ação com orientações sobre outorga e uso de recursos hídricos, diretrizes para cobrança pelo uso dos recursos hídricos, propostas de enquadramento de água superficial e subterrânea, além de articulações sobre iniciativas para gestão estratégica e arranjos institucionais para a implementação do PGIRH.

Para avaliação da qualidade das águas superficiais, Campos et al. (2015) disponibilizaram dados sobre Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), para os anos de 2013 e 2014, coletados nos principais mananciais e tributários do São Bartolomeu, que puderam ser comparados com os dados de DBO do *Relatório: qualidade de água do rio São Bartolomeu* (FBB; FUNATURA, 2008).

A nota técnica 1/2014 do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal - Câmara Técnica Permanente objetivou complementar informações para a elaboração da proposta de enquadramento dos corpos hídricos superficiais do DF. A nota apontou para divergência quanto ao posicionamento do CRH-DF em relação ao enquadramento proposto no PRH-Paranaíba para trechos do São Bartolomeu localizados no DF.

O trabalho de Chaves (2009) aplica o WSI para quatro bacias hidrográficas latino-americanas: São Francisco Verdadeiro-PR, Pípiripau-DF, Canal do Panamá-Panamá e do rio Antaquera-Bolívia, para o período compreendido entre 1996 e 2007. Além de fornecer exemplos de aplicação da metodologia utilizada neste trabalho, as avaliações das quatro bacias permitiram contrastar o cenário da sustentabilidade da bacia do São Bartolomeu com outras bacias hidrográficas, entre elas, a do Rio Pípiripau, principal formador do São Bartolomeu.

O trabalho de Cortés et al. (2012) aplicou o WSI para a bacia do Rio Elqui, na região Centro-Norte do Chile, que atingiu o nível “intermediário”, com o escore 0,61. O trabalho analisou um período de 5 anos (2001-2005) de uma região semiárida do Chile. O artigo apontou ainda para limitadores relacionados com o fator hidrológico como os principais gargalos para a sustentabilidade daquela bacia.

O endereço eletrônico do IBGE-Cidades fornece as informações do IDHM dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do São Bartolomeu, além de informações e estimativas sobre a população desses municípios.

A auditoria realizada pelo Tribunal de Contas do Distrito Federal procedeu à análise operacional das contas na área de gestão de recursos hídricos no Distrito Federal. O documento traz levantamento detalhado dos gastos realizados no âmbito do programa Água é Vida.

O conjunto de informações e dados levantados por esses trabalhos, e outros que vierem a ser abordados durante a pesquisa, reúnem os subsídios necessários para a aplicação do WSI, bem como, no caso daqueles que descrevem o desenvolvimento histórico de ações antrópicas na região da bacia do São Bartolomeu, oferecem sustentação para a observação de tendências futuras fundamentais para o objetivo desta proposta.

## **5. Material e Métodos**

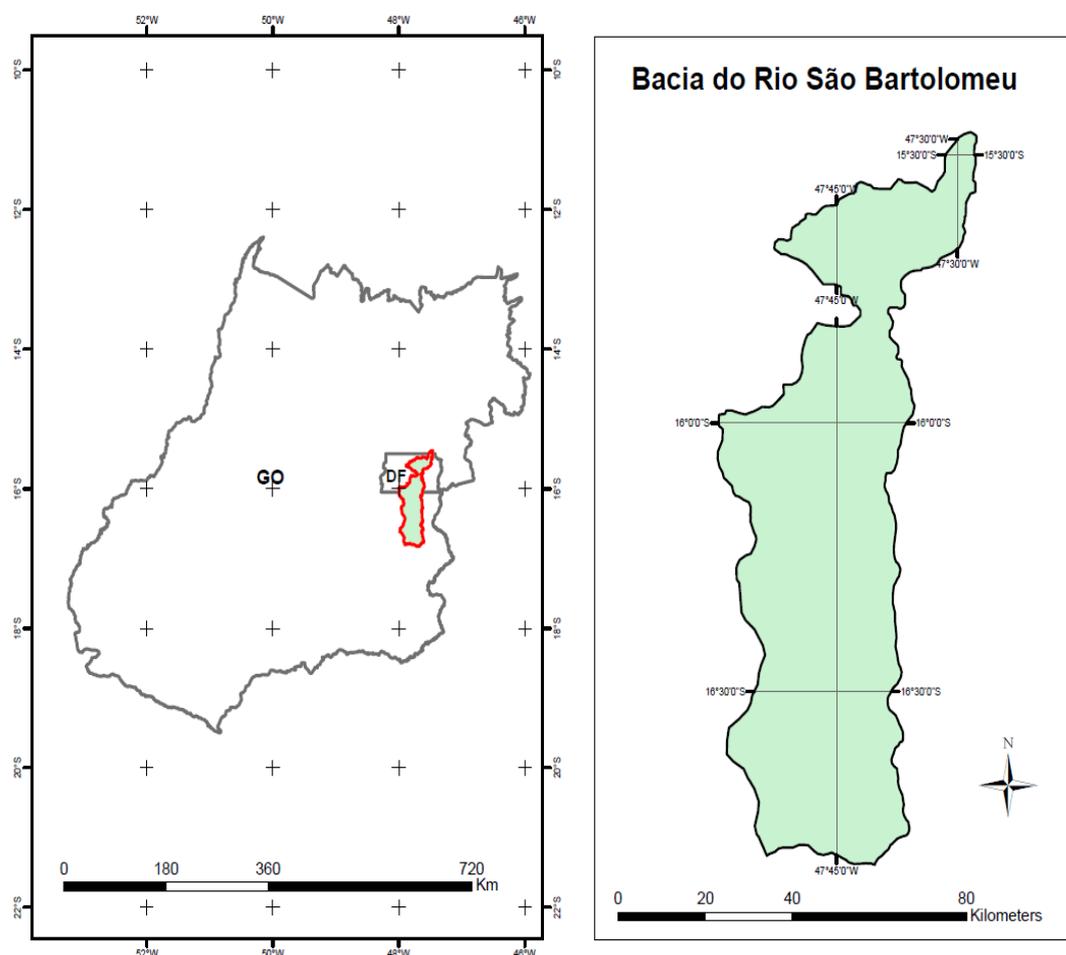
### **5.1 Caracterização da região da bacia do São Bartolomeu**

#### **5.1.1 Localização**

A bacia do rio São Bartolomeu situa-se na parte central do Distrito Federal e no sudeste do estado de Goiás e conta com área aproximada de 430.000 hectares. Das três grandes bacias que nascem no Planalto Central, a bacia do Paraná é a que abrange a ‘sub-bacia’ do rio São Bartolomeu. Algumas das principais nascentes do São Bartolomeu, formadoras do Ribeirão Mestre d’Armas, situam-se dentro da Estação Ecológica de Águas Emendadas. Diferentemente do ribeirão Mestre d’Armas, as nascentes do Pipiripau não são protegidas por

unidades de conservação, e estão, em sua maioria, dentro de áreas agrícolas situadas ao norte do Distrito Federal, que abriga 90,3% da bacia do Pípiripau, e no município de Formosa-GO, onde situa-se a principal nascente do Pípiripau.

Figura 1: localização da bacia do Rio São Bartolomeu.



A região da bacia do Rio São Bartolomeu faz limite com as bacias hidrográficas do Rio Maranhão, ao norte, do Rio Preto, ao leste, com a bacia do Rio São Marcos, ao sudeste, do Rio Corumbá, ao nordeste e com a bacia do Lago Paranoá, ao Oeste. O Rio São Bartolomeu é formado por 23 tributários, entre ribeirões, rios e córregos. Os ribeirões são Bagres, Cachoeirinhas, Mestre d'Armas, Papuda, Santana, Sobradinho; os rios Furnas, Paranoá, Pípiripau, Saia Velha, Topázio, Vermelho e os córregos Garapa, Indaiá, Lajeado, Maria Pereira, do Meio, Mimoso, Taquaral, Suribi, Valadar. De acordo com o boletim da Embrapa (2013), a bacia do São Bartolomeu localiza-se entre as coordenadas

8.137.595,65 mN – 8.289.531,24 mN e 167.163,76 mE – 235.898,02 mE (WGS 84 UTM 23 Sul).

### **5.1.2 Clima**

O clima na região da bacia do São Bartolomeu apresenta sazonalidade intensa com períodos de chuva bem definidos concentrados entre os meses de outubro e abril. De acordo com a classificação de Köppen, pode ser enquadrado como clima tropical úmido de savana com inverno seco (AW). Nas porções mais elevadas, apresenta variação local com clima tropical de altitude (SENA-SOUZA et. al, 2013).

A temperatura média anual oscila entre 20°C e 22°C, dependendo da altura da cota, com médias máximas entre 27° C e 28° C e médias mínimas entre 16°C e 17°C (SILVA et al., 2008 *apud* SENA-SOUZA et. al, 2013).

A bacia apresenta precipitação média anual de 1.500 mm, contudo, para os meses de junho, julho e agosto, a média anual fica em torno de 50mm (MARTINS et al., 2004 *apud* SENA-SOUZA et. al, 2013).

### **5.1.3 Geomorfologia**

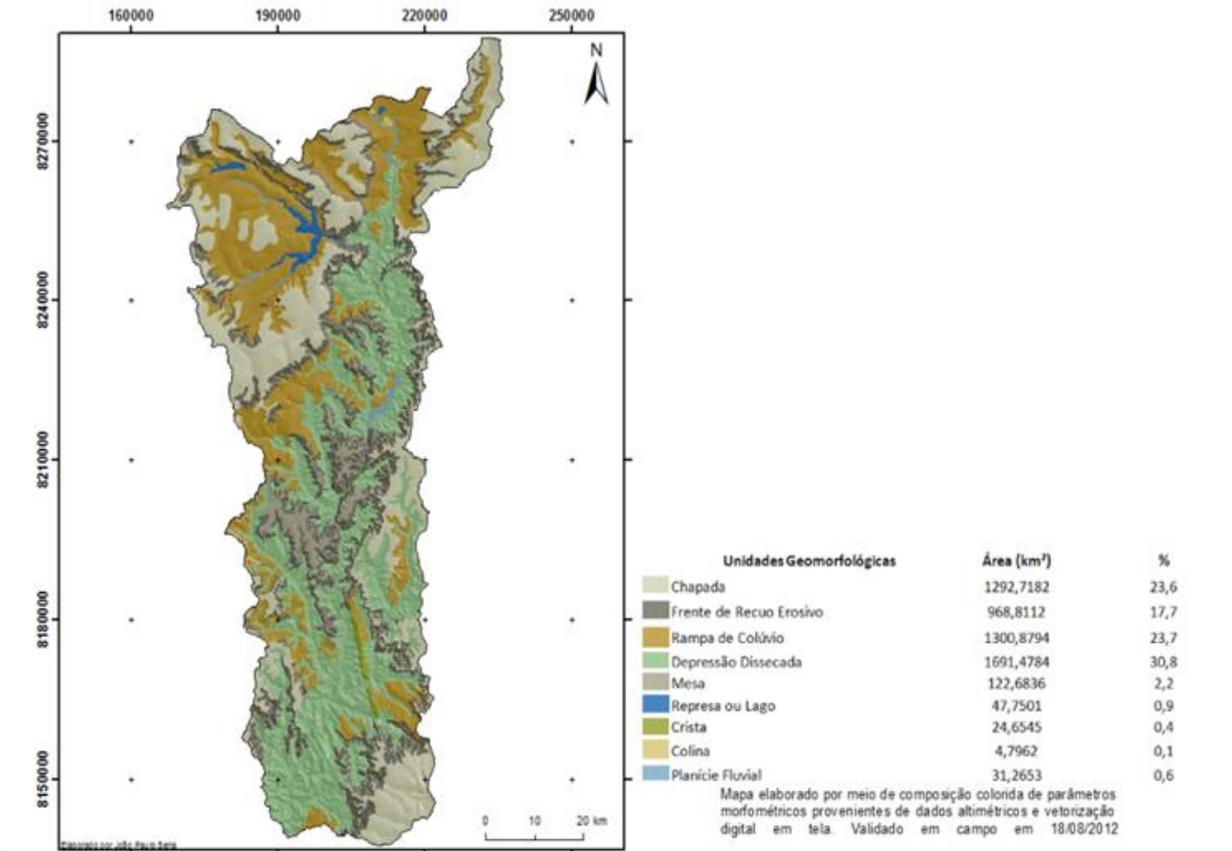
A caracterização geomorfológica da bacia do São Bartolomeu realizada pela Embrapa Cerrado (2013) aponta que a bacia está inserida no domínio morfoestrutural dos Cinturões Móveis Neoproterozóicos e na região geomorfológica do Planalto do Distrito Federal.

Dantas (2003 *apud* SENA-SOUZA et. al, 2013) elaborou uma divisão em três unidades morfoesculturais:

- i) Planaltos Retocados, compostos por chapadas elevadas;
- ii) Vales Encaixados, em áreas de dissecação fluvial acentuadas;
- iii) Domo Estrutural, localizado do sudeste da bacia.

O mapeamento geomorfológico realizado pela Embrapa Cerrados (2013) identificou 8 unidades geomorfológicas na bacia do São Bartolomeu: Chapadas, Frentes de Recuo Erosivo, Rampas de Colúvio, Depressões Dissecadas, Mesas, Mesas, Cristas e Planícies Fluviais.

Figura 2: Unidades geomorfológicas da bacia do São Bartolomeu.

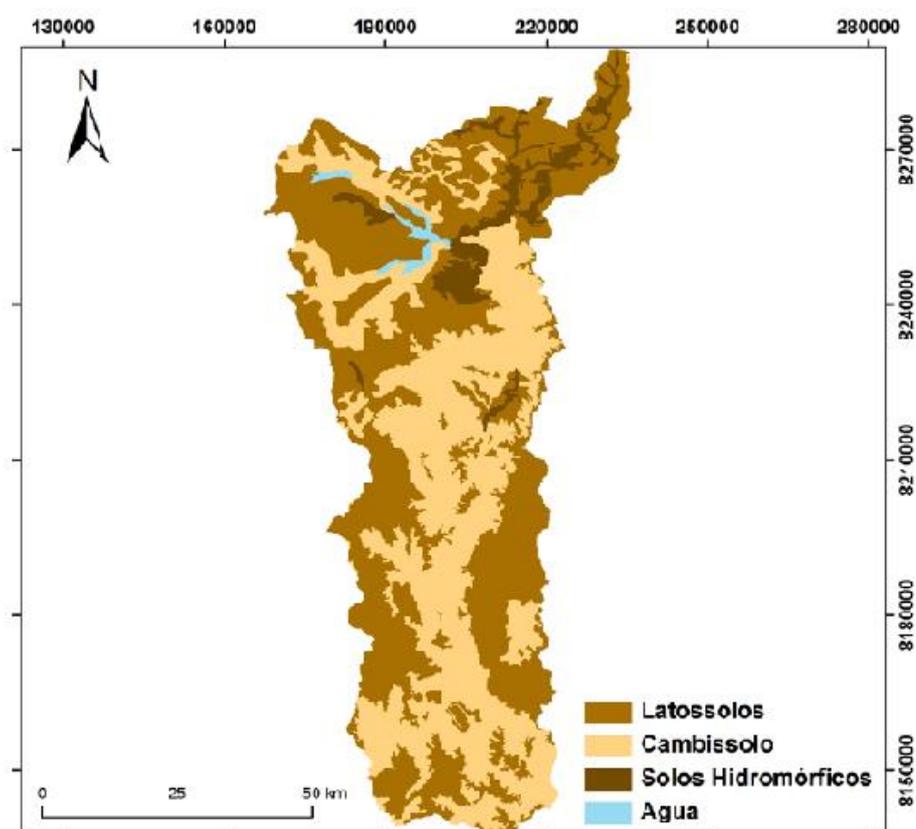


Fonte: Embrapa Cerrados (2013)

### 5.1.4 Solos

Na bacia do São Bartolomeu predominam Latossolos (43% da área da bacia) e Cambissolos (51% da área da bacia), além de 5% de solos Hidromórficos.

Figura 3: Solos predominantes na Bacia do São Bartolomeu



Fonte: Embrapa Cerrados (2013) adaptado do Sistema de Estatísticas e Informações Geográficas de Goiás (2012).

### 5.2 Metodologia

O WSI engloba quatro fatores, são eles: a hidrologia, o meio ambiente, a qualidade de vida das populações e as políticas públicas relevantes para a gestão e regulação dos recursos da bacia. Para isso, será adotado o intervalo de tempo que compreende os anos de 2008 até 2013, que serviu como base para o entendimento das mudanças temporais captadas pelo índice WSI.

Para incorporar os quatro fatores a um algoritmo, Chaves & Alipaz (2007) desenvolveram o índice WSI considerando indicadores que abarcam os fatores citados, através da equação:

$$\text{Equação (1)} \quad WSI = \frac{H+E+L+P}{4}$$

Em que *H* (Hidrology) representa o indicador hidrológico, *E* (Environment) o indicador ambiental, *L* (Livelihood) refere-se ao desenvolvimento humano dos municípios que abrangem a bacia e *P* (Policy) é o indicador que expressa as políticas públicas.

Os dados utilizados para a aplicação do WSI estão disponíveis nos estudos realizados na bacia indicados na revisão bibliográfica.

Para os indicadores de *qualidade de vida (L)*, serão utilizadas linhas de tendências e estimativas elaboradas pelo IBGE. Considerando-se que os dados relativos ao índice de desenvolvimento humano (IDH) dos municípios são divulgados em intervalos de 10 anos e apresentam tendência crescente e regular, é possível interpolar esses valores com a finalidade de extrair IDH para os anos de 2008 e 2013.

Além desses indicadores, o WSI adota o conceito de Pressão-Estado-Resposta (OECD, 2000 apud CHAVES, 2009) com a finalidade de observar a dinâmica dos processos que constituem a gestão da bacia hidrográfica. O WSI pode ser obtido a partir de uma planilha cujas linhas recebem os indicadores e as colunas recebem os parâmetros de Pressão, Estado e Resposta, para o período estudado, conforme tabela abaixo:

Tabela 1 Matriz de indicadores e parâmetros do Índice WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007).

	Pressão	Estado	Resposta
Indicador	Parâmetro	Parâmetro	Parâmetro
<b>H</b> (idrologia)	- Variação na disponibilidade de água	- Disponibilidade per capita de água na bacia	- Evolução na eficiência do uso da água
	- Variação da DBO5*		- Evolução no tratamento de esgoto

		- DBO da bacia (média de longo prazo)	
<b>E(ambiente)</b>	- IPA da bacia	- % da bacia com vegetação natural	- Evolução nas áreas de proteção na bacia
<b>L(vida)</b>	- Variação do PIB per capita nos municípios que abrangem a bacia	- IDH da bacia (média ponderada dos IDHs municipais)	- Evolução do IDH.
<b>P(políticas)</b>	- Variação do Índice de Desenvolvimento Educacional	Capacidade legal e institucional em GIRH na bacia.	- Evolução dos gastos em GIRH na bacia

Pela Equação 1, podemos concluir que cada um dos quatro indicadores tem o mesmo peso, já que, de acordo com Chaves (2009), não há meios de se conhecer a relativa importância de cada um deles para o conceito de sustentabilidade.

Para facilitar os cálculos do índice WSI, dividiu-se as três colunas relativas aos parâmetros Pressão, Estado, Resposta em três outras tabelas (cada tabela para um parâmetro). Na tabela 2, temos os valores dos scores atribuídos aos indicadores do parâmetro 'Pressão':

Tabela 2: Parâmetros de pressão do Índice WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007).

<b>Indicador</b>	<b>Pressão</b>	<b>Nível</b>	<b>Escore</b>
<b>H(idrologia)</b>	$\Delta 1$ – Variação da disponibilidade de água per capita, no período estudado, média da série histórica ( $m^3$ /pessoa/ano).	$\Delta 1 < -20\%$	0,00
		$-20\% < \Delta 1 < -10\%$	0,25
		$-10\% < \Delta 1 < 0\%$	0,50
		$0 < \Delta 1 < 10\%$	0,75
	$\Delta 2$ – Variação da $DBO_5$ da bacia, no período estudado, relativo à média da série histórica.	$\Delta 2 > 20\%$	0,00
		$20\% > \Delta 2 > 10\%$	0,25
		$0 < \Delta 2 < 10\%$	0,50
		$-10\% < \Delta 2 < 0\%$	0,75
<b>E(ambiente)</b>	IPA da bacia (rural e urbano).	$\Delta 2 < -10\%$	1,00
		$IPA > 20\%$	0,00
		$20\% < IPA < 10\%$	0,25
		$10\% < IPA < 5\%$	0,50

		5% < IPA < 0%	0,75
		IPA < 0%	1,00
<b>L(vida)</b>	Variação do IDH – renda da bacia no período estudado.	$\Delta < -20\%$	0,00
		$-20\% < \Delta < -10\%$	0,25
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0,50
		$0 < \Delta < 10\%$	0,75
		$\Delta > 10\%$	1,00
<b>P(políticas)</b>	Variação do IDH – educação da bacia no período estudado.	$\Delta < -20\%$	0,00
		$-20\% < \Delta < -10\%$	0,25
		$-10\% < \Delta < 0\%$	0,50
		$0 < \Delta < 10\%$	0,75
		$\Delta > 10\%$	1,00

O indicador de pressão ambiental, IPA, é calculado pela seguinte equação:

$$\text{Equação (2)} \quad IPA = \frac{Va\% + Vu\%}{2}$$

Sendo que  $Va\%$  é a variação percentual de ocupação por áreas agrícolas no período estudado e  $Vu\%$  a variação percentual de ocupação urbana no mesmo período. Com o uso do *software* ARCGIS, através da ferramenta de classificação supervisionada (*maximum likelihood*) e das imagens de satélite LANDSAT-5 para o ano de 2008 e LANDSAT-8 para o ano de 2013, pode-se proceder à interpretação e à categorização das áreas de uso agrícola, mata de galeria, vegetação de cerrado, pivôs irrigados, áreas queimadas, formações campestres e corpos hídricos. Tanto para o ano de 2008 quanto para 2013, foram utilizadas imagens disponíveis no catálogo do INPE para o mês de setembro, selecionando as imagens com menores coberturas de nuvens e de fumaça. Em seguida, as áreas de cada categoria foram calculadas para os anos de 2008 e 2013 e confrontadas entre si. Os dados obtidos serão posteriormente utilizados para encontrar os valores de  $Va\%$  e  $Vu\%$ .

A disponibilidade hídrica per capita foi obtida através da vazão média de longo termo ( $q_{ml}/m^3/ano$ ), dividindo-se a vazão de longo termo para o período de um ano pela população aproximada da bacia. O cálculo da população da

bacia foi feito proporcionalmente, de acordo com a área que cada município ocupa na bacia.

Para o parâmetro 'Estado', adota-se a seguinte tabela:

Tabela 3: Parâmetros de estado do Índice WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007).

<b>Indicador</b>	<b>Estado</b>	<b>Nível</b>	<b>Escore</b>
<b>H(idrologia)</b>	Wa - Disponibilidade de água per capita, superficial e subterrânea (m <sup>3</sup> /pessoa/ano).	Wa < 1700	0,00
		1700 < Wa < 3400	0,25
3400 < Wa < 5100		0,50	
5100 < Wa < 6800		0,75	
Wa > 6800		1,00	
	Média da DBO <sub>5</sub> da bacia a longo prazo (mg/l)	DBO > 10	0,00
		10 < DBO < 5	0,25
		5 < DBO < 3	0,50
		3 < DBO < 1	0,75
		DBO < 1	1,00
<b>E(ambiente)</b>	Av – Porcentual de vegetação remanescente da bacia.	Av < 5	0,00
		5 < Av < 10	0,25
		10 < Av < 25	0,50
		25 < Av < 40	0,75
		Av > 40	1,00
<b>L(vida)</b>	Média ponderada do IDH municipal da bacia.	IDH < 0,5	0,00
		0,5 < IDH < 0,6	0,25
		0,6 < IDH < 0,75	0,50
		0,75 < IDH < 0,9	0,75
		IDH > 0,9	1,00
<b>P(políticas)</b>	Capacidade institucional da bacia na gestão integrada de recursos hídricos (aspectos legais e organizacionais).	muito pobre	0,00
		pobre	0,25
		médio	0,50
		bom	0,75
		excelente	1,00

Neste trabalho, para cálculo do WA, considerou-se apenas a disponibilidade hídrica superficial. Para o DBO de longo termo, adotou-se os níveis observados no ano de 2008.

O indicador relativo a políticas públicas considerou o conjunto de programas, planos e ações mobilizado, durante o período entre 2008 e 2013, com finalidade de recuperar e preservar os aspectos naturais da bacia.

Tabela 4: Parâmetros de resposta do Índice WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007).

Indicador	Resposta	Nível	Escore
H(idrologia)	Melhora no aproveitamento do uso de água na bacia no período estudado.	muito pobre pobre médio bom excelente	0,00 0,25 0,50 0,75 1,00
	Melhora no tratamento e disposição do esgoto no período estudado.	muito pobre pobre médio bom excelente	0,00 0,25 0,50 0,75 1,00
E(ambiente)	Aumento nas áreas de conservação na bacia no período estudado.	$\Delta < -10\%$ $-10\% < \Delta < 0\%$ $0 < \Delta < 10\%$ $10\% > \Delta > 20\%$ $\Delta > 20\%$	0,00 0,25 0,50 0,75 1,00
L(vida)	Aumento no IDH dos municípios que compõem a bacia no período estudado.	$\Delta < -10\%$ $-10\% < \Delta < 0\%$ $0 < \Delta < 10\%$ $10\% > \Delta > 20\%$ $\Delta > 20\%$	0,00 0,25 0,50 0,75 1,00
P(políticas)	Evolução na disponibilidade de recursos destinados à gestão integrada de recursos hídricos na bacia no período estudado.	$\Delta < -10\%$ $-10\% < \Delta < 0\%$ $0 < \Delta < 10\%$ $10\% > \Delta > 20\%$ $\Delta > 20\%$	0,00 0,25 0,50 0,75 1,00

Para os indicadores de Hidrologia, foram consideradas as ações de infraestrutura realizadas nos canais de drenagem para irrigação na região do alto São Bartolomeu e a classificação de enquadramento para uso de água presente na nota técnica nº 01/2014 divulgada pelo Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal, que justifica a alteração de proposta de enquadramento da bacia

Hidrográfica do Paraná, referente a trechos dos Rios Descoberto e São Bartolomeu.

Depois de computados os níveis e os respectivos escores para cada parâmetro, conforme as tabelas 2,3 e 4, calcula-se uma média global para cada indicador com base nos três parâmetros avaliados, em seguida, aplica-se a equação (1) para obter o valor do WSI. O resultado do WSI é classificado pelas seguintes relações:

Tabela 5: Classificação do escore final do WSI. Fonte: Chaves & Alipaz (2007).

Faixa	$WSI < 0,5$	$0,5 < WSI < 0,8$	$WSI > 0,8$
Classificação	Baixo	Médio	Alto

## 6. Resultados e discussão

Para chegar aos valores necessários para preencher o conjunto de escores relativos a cada indicador dentro dos parâmetros pressão, estado e resposta, os seguintes procedimentos foram adotados:

### 6.1 Parâmetro Pressão para o Indicador hidrológico quantitativo

Para o indicador Hídrico (H), parâmetro 'pressão', obteve-se o seguinte resultado:

Primeiramente, obteve-se a vazão média de longo termo ( $Q_{mlt}$ ) para a bacia do São Bartolomeu, que consta no Volume I do PGIRH/DF (2012). Para tanto, os técnicos da ADASA consideraram os valores de  $Q_{mlt}$  das estações Mestre D'armas jusante (60471200), Frinocap DF-130 (60473000) e Sobradinho (posto novo) como sendo representativas, respectivamente, das bacias dos cursos de água do Ribeirão Mestre D'Armas, do Rio Pípiripau e do Ribeirão Sobradinho. Sendo considerada a soma das vazões médias desses afluentes e a vazão da estação DF-06 (60476100) para a bacia incremental. O valor também foi válido para a bacia incremental entre as estações DF-06 (60476100) e DF-18 (60490000). A vazão média de longo termo para o Lago Paranoá foi estimada a partir dos valores da bacia incremental entre as estações DF-06 (60476100) e

DF-18 (60490000). Para complementar, foi considerada a diferença entre as vazões médias de longo termo entre as estações DF-18 e Ponte São Bartolomeu, representativas da bacia incremental entre essas estações.

O valor obtido a partir deste estudo apontou para uma disponibilidade hídrica no valor de 47,74 (m<sup>3</sup>/s). Porém, tal valor considera apenas a área de abrangência do Distrito Federal, com área de drenagem considerada de 2.963 km<sup>2</sup>.

Chaves *et al.* (2002) propuseram um método para o cálculo da regionalização das vazões médias. Através do método, foi possível regionalizar a vazão média do São Bartolomeu considerando um ponto a jusante do posto hidrológico de referência, conforme o esquema abaixo:

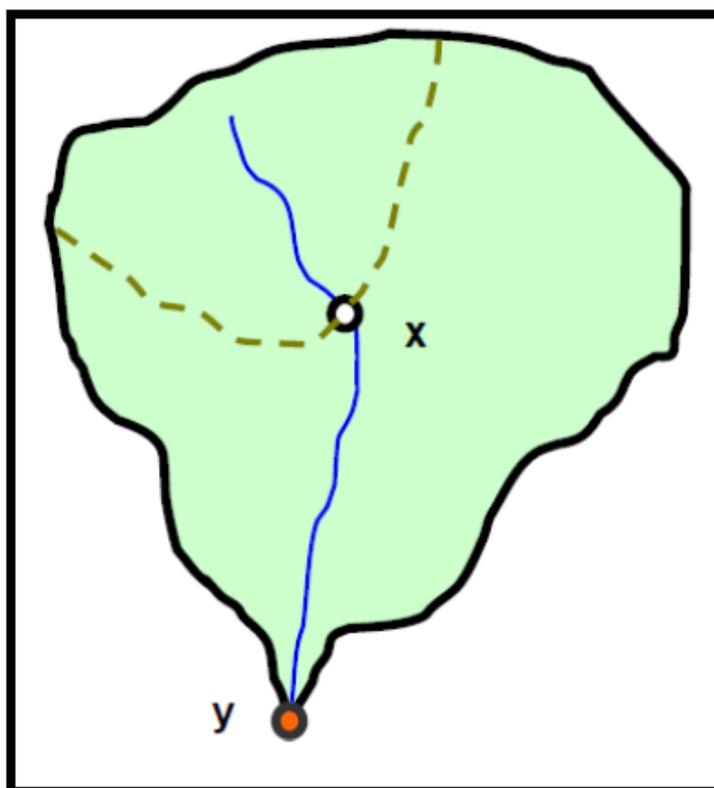


Figura 4: Representação da área de abrangência de postos hidrológicos. Chaves et al. (2002, pp-12).

Para este estudo, considerou-se o 'ponto y', considerado o exutório da bacia, como a estação fluviométrica 60500000, localizada no município de

Cristalina-GO, latitude -16:32:15; longitude -47:48:2. A área de drenagem considerada para a estação é de 4.130 Km<sup>2</sup>, de acordo com dados do Sistema de Informações Hidrológicas da Agência Nacional de Águas disponibilizados no endereço eletrônico *hidroweb* (ANA, 2016). Adota-se para o 'ponto x' a estação fluviométrica DF-18 (60476100), localizada em latitude -15:56:52 e longitude -47:40:4, cujo valor de  $Q_{m1} = 34,65$  (m<sup>3</sup>/s) e  $Q_{x1} = 2140$ . Aplica-se a seguinte equação:

$$\text{Eq (3). } Q_{y1} = (A_y/A_x) * Q_{x1}$$

Sendo:

$Q_{y1}$  = Vazão no posto a jusante;

$A_y$  = Área de abrangência do posto a jusante;

$A_x$  = Área de abrangência do posto a montante;

$A_x$  = Área de abrangência do posto a montante;

$Q_x$  = Vazão no posto a montante.

O valor de  $Q_{y1} = 66,87$  (m<sup>3</sup>/s).

Para fim de comparação, considerou-se a vazão calculada para toda a área de abrangência do Distrito Federal como  $Q_x$ . Temos então:

$Q_{x2} = 47,74$  (m<sup>3</sup>/s);

$A_y = 4130$  Km<sup>2</sup>;

$A_{x2} = 2963$  Km<sup>2</sup>.

Então,  $Q_{y2} = 66,54$  (m<sup>3</sup>/s). Temos então um valor próximo  $Q_{y1}$ .

Considerando o valor de  $Q_{y1}$  para a disponibilidade hídrica da bacia, podemos proceder ao cálculo da disponibilidade hídrica per capita para a bacia para os anos de 2008 e 2013, variando a população aproximada para a bacia.

Através de média ponderada considerando a área que cada município ocupa no polígono que forma a bacia e suas respectivas populações, em termos proporcionais, para os anos de 2008 e 2013, segundo dados do IBGE (2016), chegamos aos valores: 2277,90 m<sup>3</sup>/ano per capita para o ano de 2008 e 1999,58 m<sup>3</sup>/ano para 2013. Percebemos, portanto, uma diminuição de 12,22% na disponibilidade hídrica per capita durante o período. Para o cálculo do WSI, representa o escore de 0,25 para o indicador hidrológico de quantidade no parâmetro 'pressão'.

### **6.1.1 Parâmetro Pressão para o Indicador Hidrológico Qualitativo**

Para a variação da Demanda Bioquímica por Oxigênio (DBO), dois estudos foram utilizados. Para o ano de 2008, adotou-se o relatório *Qualidade de Água do Rio São Bartolomeu* (FBB; FUNATURA, 2008). Para 2013, adotou-se o Relatório Técnico nº 14/2014 – EMRL/EMR/DE/CAESB, anexo à nota técnica 01/2014 do Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal Câmara Técnica Permanente – CTP/CRH-DF (2014). No relatório de 2008, foram considerados pontos de amostragem desde as nascentes do Pipiripau e Mestres D'armas, ao norte da bacia, até a jusante do rio Corumbá, ao sul. Já para 2013, foram considerados pontos situados na região do Alto São Bartolomeu, da confluência entre o Pipiripau e o Mestre D'armas até a estação 604900000, há cerca de 14 km abaixo da confluência com o Ribeirão Santo Antônio da Papuda. Portanto, as amostras foram coletadas apenas em trechos da bacia dentro da área do Distrito Federal.

A quantidade média de DBO para o ano de 2008 ficou em 4,43 ml/L e 4,35 ml/L para o ano de 2013. Nota-se, então, uma variação negativa de 1,77%. Tal variação representa escore de 0,75 para cômputo do WSI.

### **6.1.2 Parâmetro Pressão Indicador Ambiental (EPI)**

O indicador ambiental (EPI) da bacia foi obtido através de imagens de satélites e consequente classificação supervisionada, utilizando o *software* ARCGIS versão 10.2.2. A classificação foi feita prevendo oito classes de uso e

utilização do solo: i) Áreas Urbanas, Loteamentos e Solo Exposto; ii) Agricultura, Pastagens e áreas degradadas; iii) Cerrado; iv) Formações Campestre; v) Mata de Galeria; vi) Áreas Irrigadas; vii) Copos Hídricos e Áreas Queimadas.

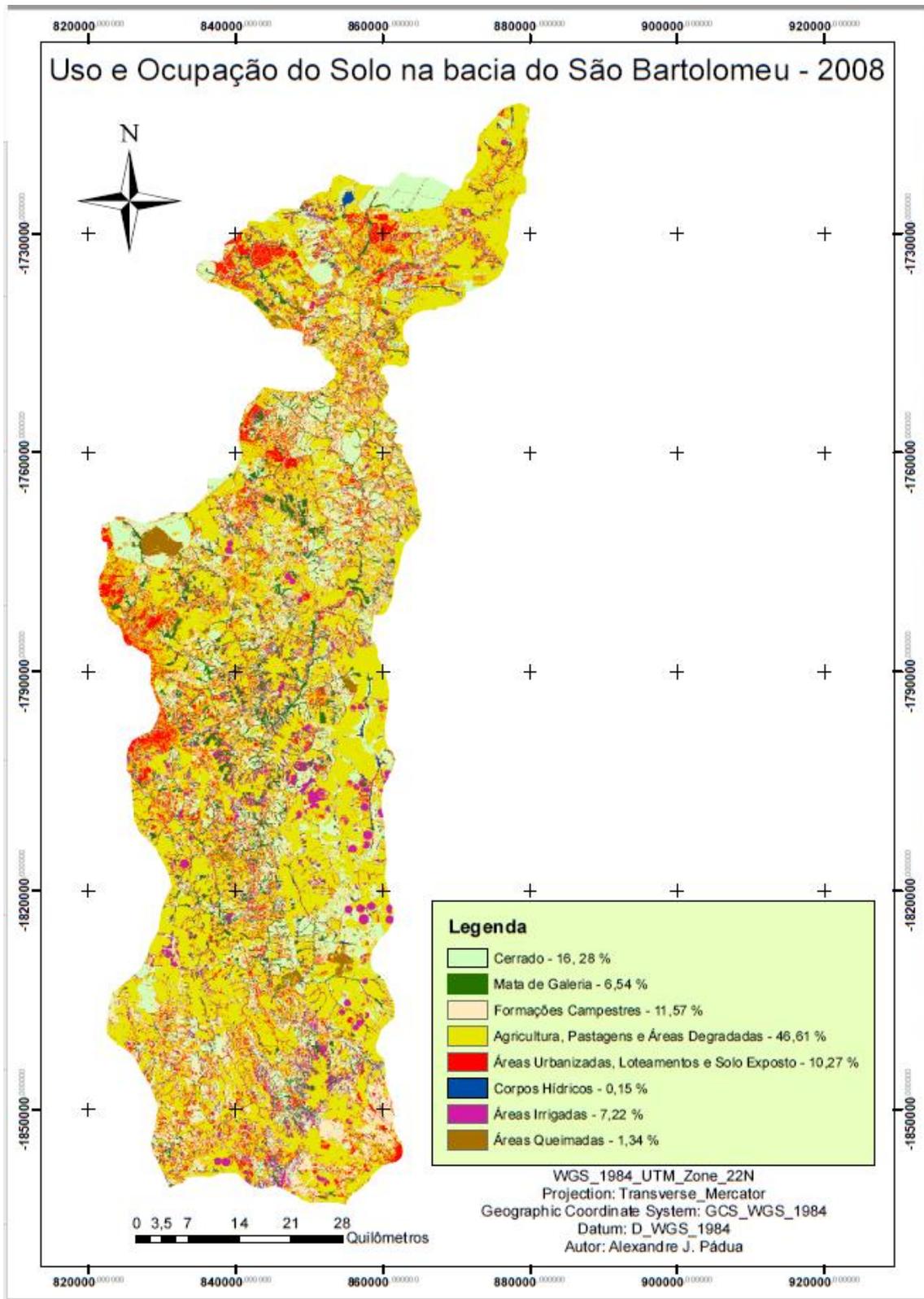


Figura 5: Mapa de uso e ocupação do solo na Bacia do São Bartolomeu - 2008.

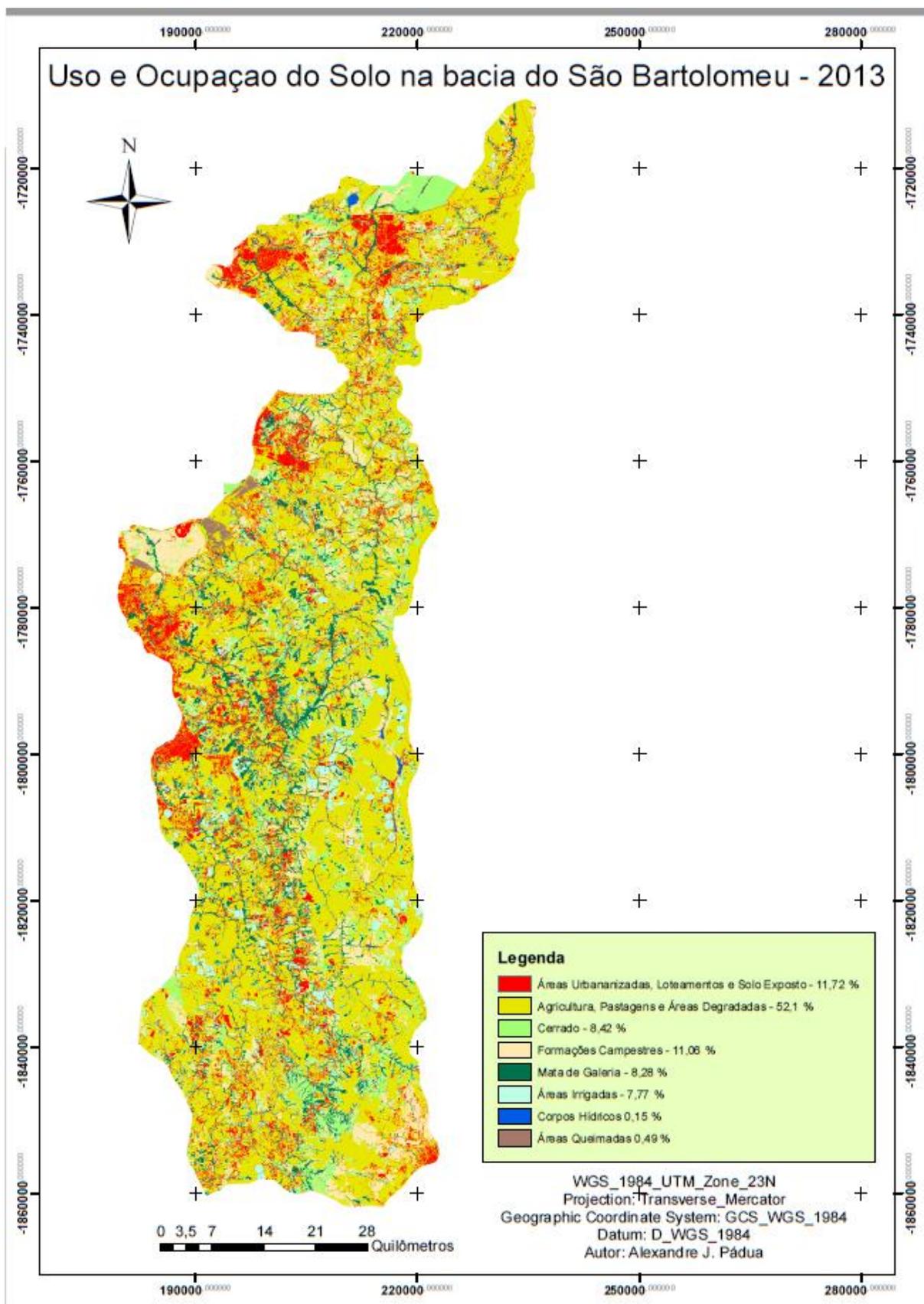


Figura 6: Mapa de uso e ocupação do solo na Bacia do São Bartolomeu – 2013.

A partir da classificação, obtém-se os valores de VA e VU para os anos de 2008 e 2013, sendo que VA inclui as categorias Agricultura e Pastagens, Áreas Degradadas e Áreas Irrigadas e o valor de VU compreende a categoria Áreas Urbanas, Solo Exposto e Loteamentos.

Tabela 6: Valores de VU, VA, %VU e %VA.

VU (2008)	VU (2013)	%VU	VA (2008)	VU (2013)	%VA
10,25 %	11,72 %	11,22 %	53,83%	59,87%	11,22%

Com os valores de %VU e %VA, se obtém o valor do EPI:

$$\text{EPI} = (11,22 \% + 14,12 \%) \div 2$$

$$\text{EPI} = 12,67 \%$$

Temos o escore de 0,25 para o cômputo do WSI.

### 6.1.3 Parâmetro Pressão para o Indicador Qualidade de Vida (IDH-Renda)

Para ponderar o IDH-Renda da bacia, considera-se a área que cada município ocupa no polígono da bacia e o IDHM-Renda respectivo. Contudo, o PNUD divulga dados de IDHM em intervalos próximos a 10 anos, no caso, 1991, 2000, 2010. Sendo assim, traçou-se uma linha de tendência com o objetivo de obter os valores dos anos de 2008 e 2013 para cada município, conforme o exemplo abaixo, do município de Planaltina-GO.

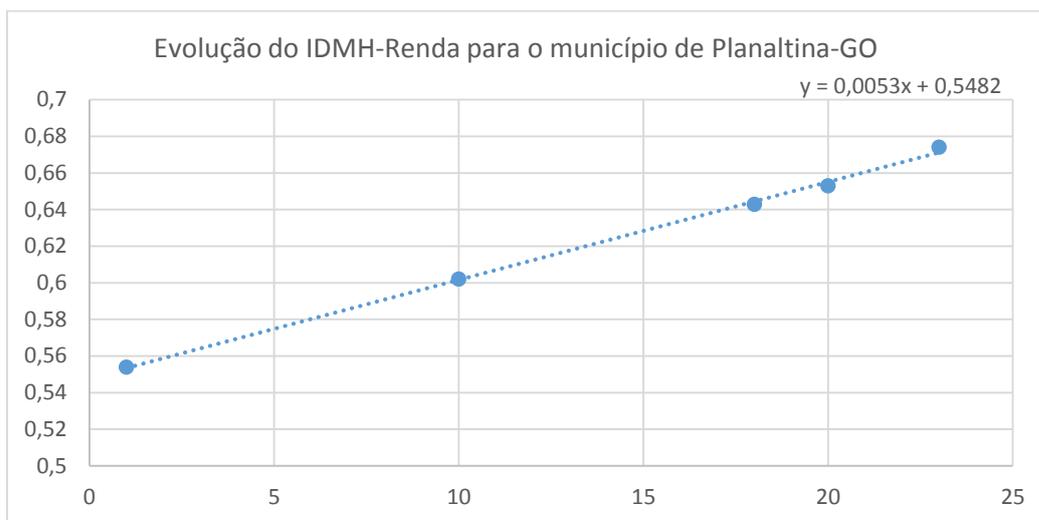


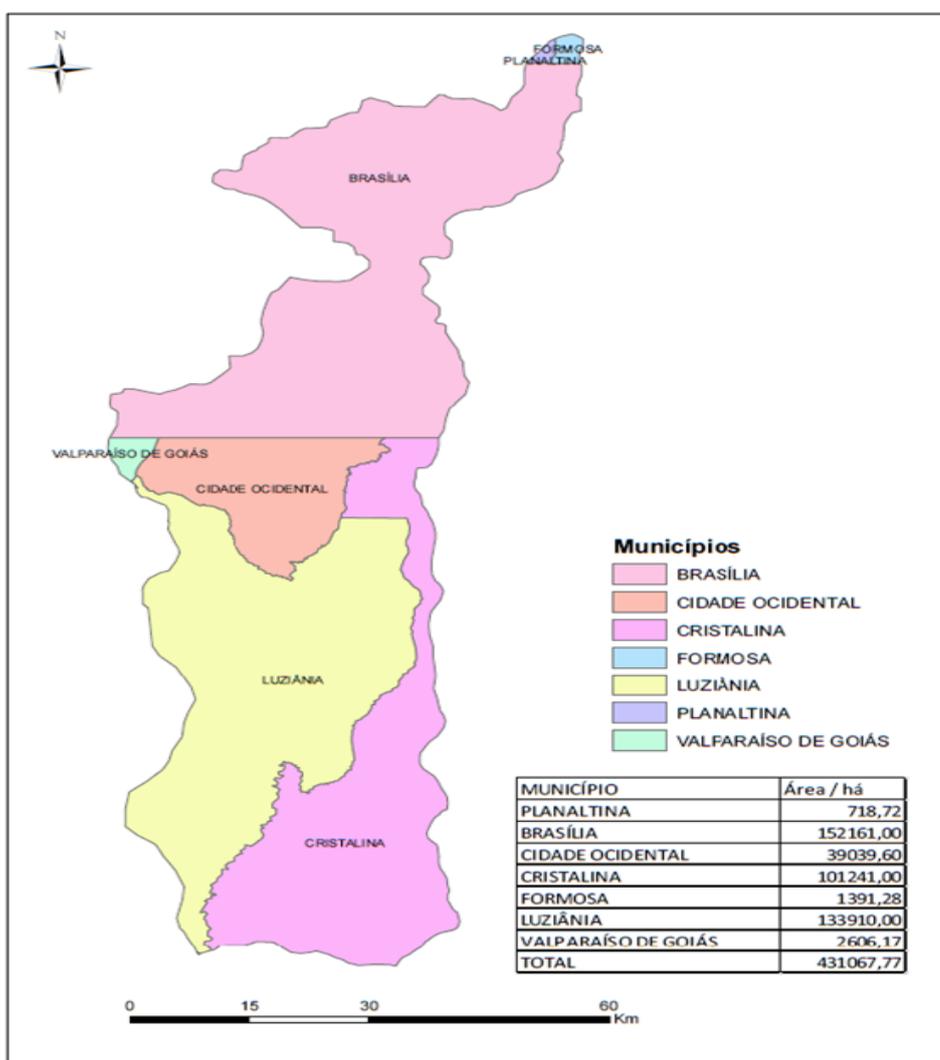
Figura 7: Gráfico da evolução do IDMH-Renda para Planaltina-GO

Tabela 6: Quadro IDHM-Renda dos municípios da bacia do São Bartolomeu. Fonte: IBGE

Município	IDHM-Renda (2008)	IDHM-Renda (2013)
Planaltina – GO	0,643	0,674
Cidade Ocidental – GO	0,699	0,717
Luziânia – GO	0,678	0,702
Cristalina – GO	0,683	0,730
Distrito Federal	0,850	0,882
Formosa – GO	0,708	0,738
Valparaíso - GO	0,723	0,747

Sobrepondo o polígono da bacia e os polígonos dos municípios, obtém-se a área, em hectares, que cada um deles ocupa na bacia do São Bartolomeu, conforme o mapa abaixo:

Figura 8: Mapa da área que cada município ocupa na bacia do São Bartolomeu



Para obter a média ponderada, temos:

IDH – Renda 2013

$$= \frac{(718,72 * 0,674) + (152161 * 0,882) + (39039,6 * 0,717) + (101241 * 0,730) + (1391,28 * 0,738) + (133910 * 0,702) + (2602,17 * 0,747)}{4431067,77}$$

Resolvendo a equação acima, temos que o valor do IDH – Renda para a bacia em 2013 é igual a 0,774.

Para o ano de 2008, temos:

DH – Renda 2008

$$= \frac{(718,72 * 0,643) + (152161 * 0,850) + (39039,6 * 0,699) + (101241 * 0,683) + (1391,28 * 0,708) + (133910 * 0,678) + (2602,17 * 0,723)}{4431067,77}$$

Resolvendo a equação acima, temos que o valor do IDH – Renda para a bacia em 2013 é igual a 0,742. Portanto, temos uma variação de 4,26 %, que corresponde a um escore de 0,75 para o cômputo do WSI.

#### **6.1.4 Parâmetro Pressão para o Indicador Políticas Públicas (IDH-Educação)**

Da mesma forma que foram obtidos os valores de IDH-Renda para a bacia do São Bartolomeu, obteve-se os valores para IDH-Educação, apenas alterando os valores relativos à renda e educação.

Tabela 7: Quadro IDHM-Educação dos municípios da bacia do São Bartolomeu Fonte: IBGE

<b>Município</b>	<b>IDHM-Edu (2008)</b>	<b>IDHM-Edu (2013)</b>
Planaltina – GO	0,488	0,612
Cidade Ocidental – GO	0,599	0,690
Luziânia – GO	0,527	0,650
Cristalina – GO	0,528	0,627
Distrito Federal	0,699	0,796
Formosa – GO	0,598	0,721
Valparaíso - GO	0,635	0,744

Obteve-se os seguintes valores:

Tabela 8: Quadro IDHM-Educação global da bacia do São Bartolomeu

<b>IDH-Educação 2008</b>	<b>IDH-Educação 2013</b>	<b>Variação (%)</b>
0,596	0,701	17,64 %

A variação corresponde ao escore de 1,0 para cômputo do WSI para o parâmetro Pressão Indicador Políticas Públicas (P).

#### **6.2 Parâmetro Estado Indicador Hidrológico Quantitativo**

Adotando a disponibilidade hídrica per capita calculada no Parâmetro Pressão para o ano de 2013 (1999,58 m<sup>3</sup>/ano per capita), temos o correspondente ao escore 0,25 para cômputo do WSI.

### 6.2.1 Parâmetro Estado Indicador Hidrológico Quantitativo

Adotando a quantidade de DBO observada para o ano de 2013 (4,35 mg/l), obteve-se o escore 0,5.

### 6.2.2 Parâmetro Estado Indicador Ambiental

De acordo com a classificação realizada para cálculo de WA e WU, para o ano de 2013, obteve-se o valor de 15,52 % com vegetação natural, que corresponde ao escore de 0,5 para o cálculo do WSI.

### 6.2.3 Parâmetro Estado Indicador de Desenvolvimento Humano

Considerando a área que cada município ocupa e o IDHM respectivo, calculou-se a média ponderada para encontrar o IDH da bacia, seguindo o mesmo procedimento demonstrado no item 7.1.3, obtendo-se o valor de 0,780 para o ano de 2013, que corresponde ao escore de 0,75 para o cômputo do WSI.

Tabela 9: Quadro IDHM dos municípios da Bacia do São Bartolomeu Fonte: IBGE

Município	IDHM (2013)
Planaltina – GO	0,711
Cidade Ocidental – GO	0,746
Luziânia – GO	0,742
Cristalina – GO	0,725
Distrito Federal	0,859
Formosa – GO	0,783
Valparaíso - GO	0,779

### 6.2.4 Parâmetro Estado Indicador Políticas Públicas

Alguns planos, programas de ação, projetos e políticas públicas podem ser elencadas no contexto da gestão e ordenamento dos recursos disponíveis na bacia do São Bartolomeu. Tais ações configuram uma base institucional para o

gerenciamento dos recursos hídricos na bacia do São Bartolomeu. Podemos citar alguns desses planos, programas e políticas surgidas desde 2008:

- Programa Produtor de Água – Pípiripau
- Programa Rio São Bartolomeu Vivo;
- Revisão e Atualização do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal;
- Aprovação do Regimento Interno do Comitê de Gestão da Bacia do Paranoá.

O Programa Produtor de Água (PPA) – Pípiripau foi criado pela ANA no ano de 2001, objetivando a conservação e a recuperação ambiental de bacias hidrográficas. Entre as ações propostas pelo PPA, estão o reflorestamento de áreas de proteção permanente e reserva legal, a adequação de estradas rurais e ações que favoreçam a conservação do solo (como por exemplo terraceamentos e curvas de nível).

Os terraceamentos e curvas de nível têm a função de aumentar a infiltração da água no solo, favorecendo o abastecimento de lençóis freáticos e minimizando o efeito da erosão causada pelo escoamento superficial em áreas rurais (PPA-PIPIRIPAU, 2010).

O PPA incorpora em sua filosofia os princípios de compensação ambiental. O reconhecimento dos serviços ambientais prestados pelos produtores que aderem às medidas de preservação é objeto de remuneração, dividindo assim o ônus da conservação com o restante da sociedade civil.

Sendo a microbacia do Pípiripau a principal formadora da bacia do São Bartolomeu, a implementação do programa naquela região afeta positivamente o arcabouço institucional para a conservação da bacia, sendo critério importante para a adição de escore para o parâmetro estado, indicador políticas públicas. Sendo assim, considerou-se que o PPA-Pípiripau incorporou o escore de 0,25 para o cômputo do WSI.

Já o Projeto São Bartolomeu Vivo, iniciado em 2008 de uma parceria entre a Fundação Banco do Brasil, a Funatura, a Ipoema e a Rede Cerrado, realizou

inúmeras ações de recuperação ambiental em todas as três regiões da Bacia do São Bartolomeu: alto, médio e baixo. As ações do programa foram responsáveis pelo plantio de cerca de 500 hectares de mudas nativas, espalhadas entre propriedades rurais e áreas públicas distribuídas pela bacia. De acordo com a Fundação Banco Do Brasil (2014), o projeto RSBV plantou 308.209 mudas no Alto São Bartolomeu, recuperando o total de 248 hectares de áreas degradadas. Até o ano de 2011, 32.252 mudas foram plantadas no Médio São Bartolomeu e 25.000 mudas plantadas no Baixo São Bartolomeu.

Embora o número pareça modesto em relação à área da bacia, a mobilização social formada pelas ações para a realização do plantio representa uma poderosa medida de conscientização e educação ambiental para as populações da bacia, já que o plantio foi feito com ampla adesão da população local, incluindo a participação de escolas da região. Foram mobilizadas 13 comunidades, entre associações e escolas, em torno da construção de viveiros, recuperação de nascentes, produção e plantio de mudas.

Além das ações de plantio e criação de viveiros, foram desenvolvidas tecnologias sociais como fossas sépticas biodigestoras (Mesquita, Cidade Ocidental-GO), Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (Assentamento Casa Branca, Cristalina-GO), Barraginhas (Alto São Bartolomeu).

O programa impulsionou a criação de três viveiros de mudas nativas: Viveiro Alto São Bartolomeu – IFB Campus Planaltina (fotos 1, 2, 3 e 4), Viveiro Médio São Bartolomeu e Viveiro Baixo São Bartolomeu. Houve um envolvimento expressivo de proprietários locais (foto 2) e de entidades da sociedade civil, como as ONGs citadas. O Projeto São Bartolomeu Vivo justifica a adição de escore 0,25 para cálculo do WSI.

Já o PGRH/DF é um poderoso instrumento de gestão territorial para as bacias hidrográficas que compõem a área do Distrito Federal. O plano estabelece quatro componentes, a saber: implementação e consolidação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos no DF, articulação de iniciativas para gestão estratégica de recursos hídricos, ampliação e difusão do conhecimento em recursos hídricos e arranjo institucional e organizacional para a implementação do PGIRH/DF. A proposição desse arranjo institucional justifica

a adição do escore de 0,25 para cômputo do WSI para o indicador Políticas Públicas, no parâmetro Estado.

Em abril de 2010 foi aprovado o Regimento Interno do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paranoá – CBHPR. O CBHPR é um órgão colegiado do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Distrito Federal, com atribuições normativas e deliberativas. Os conselhos de bacias hidrográficas constituem importante mecanismo de gestão integrada de bacias hidrográficas e o CBHPR surge como pioneiro entre os formadores do São Bartolomeu, justificando assim o acréscimo do escore de 0,25 para o cômputo do WSI.

Os quatro instrumentos de gestão e conservação citados constituem um conjunto de ações e políticas públicas exemplar para a gestão integrada de bacias hidrográficas, justificando o escore máximo para o indicador Políticas Públicas para o parâmetro estado.



Figura 9: Fotos 1 e 2. Viveiro de mudas nativas Alto São Bartolomeu



Figura 10: Fotos 3 e 4. Viveiro de mudas nativas Alto São Bartolomeu



Figura 11: Fotos 5 e 6. Propriedade rural (Planaltina-GO) colaboradora do PSBV

## 6.2 Parâmetro Resposta para Indicador Hidrológico Quantitativo

Para aumentar a eficiência no uso da água durante o período, é necessário o aprimoramento da captação e do armazenamento da água. Nesse sentido, para a bacia do São Bartolomeu, pode-se destacar obras realizadas pela CAESB no Canal Santos Dumont, que tem sua tomada d'água no Ribeirão Pípiripau, área rural de Planaltina. O canal atende aos produtores do Núcleo Rural Santos Dumont, com 84 lotes com cerca de 7 hectares cada um.

O Canal Santos Dumont tem outorga (Resolução ANA 340/2006) para a captação de 350 L/s, contudo, de acordo com o Programa Produtor de Água –

Pipiripau (2010), as perdas representam cerca de 73% da captação de água do canal. Tais perdas estão relacionadas à infiltração no canal durante o trajeto da água, infiltração e evaporação nos reservatórios das propriedades e em seus sistemas de irrigação.

O Canal Santos Dumont é constituído por um canal principal, com 9,8 quilômetros e oito canais secundários, com 8,79 quilômetros. Porém, apenas 1,9 quilômetro do canal principal tem revestimento em concreto.

Além das perdas durante o trajeto da água até as propriedades, ainda ocorrem perdas dentro das propriedades, uma vez que a maioria dos reservatórios não possuem revestimento em lona (geomembrana de PVC). Além do problema com revestimento, os tanques são, muitas vezes, superdimensionados. Cerca de 78% dos tanques possuem área acima de 100 m<sup>2</sup> (PPA-Pipiripau, 2010).

Como parte de um projeto piloto, a CAESB instalou a tubulação de um dos canais secundários do Santos Dumont, além de registros individuais em algumas propriedades, ocasionando uma redução no desperdício considerada satisfatória pelos técnicos do PPA-Pipiripau. O diagnóstico realizado pelo PPA-Pipiripau apontou a necessidade do revestimento no canal principal dos reservatórios nas propriedades e nas tubulações em toda extensão dos canais secundários. Além das tubulações e revestimentos, recomendou-se a manutenção das comportas nos desvios dos canais e a instalação de registros entre os canais secundários e as chácaras do Núcleo Rural Santos Dumont.

A Associação dos Usuários do Canal realizou, em 2008, um levantamento orçamentário para as melhorias necessárias a serem realizadas no Canal Santos Dumont. Corrigido pelo índice IPC-A (IBGE, 2016), o custo atual para tais melhorias totaliza R\$ 2.353.519,89.

O site de notícias da ADASA divulgou uma matéria dando nota que a agência, em parceria com a EMATER, CAESB e Associação de Usuários do Canal, iniciou os trabalhos de revitalização do Canal Santos Dumont. Com a revitalização, de acordo com o coordenador de fiscalização da ADASA, Hudson Rocha, será possível recuperar uma vazão superior a 150 L/s (ADASA, 2016).

A revitalização do Canal Santos Dumont é, sem dúvida, uma ação efetiva para otimizar o uso da água do principal formador do Rio São Bartolomeu, o que interfere positivamente para as vazões das bacias do Pípiripau e do São Bartolomeu. Contudo, embora o custo da implementação do projeto seja baixo se comparado aos benefícios, a revitalização do Santos Dumont ainda é um projeto piloto, necessitando ser acompanhado de outros semelhantes por toda a bacia do São Bartolomeu.

Com base nas ponderações acima, atribuiu-se o escore 0,5 para o Indicador Hidrológico Quantitativo no parâmetro Resposta.

### **6.2.1 Parâmetro Resposta para Indicador Hidrológico Qualitativo**

A nota técnica nº 01/2014 do CTP/CRH-DF (2014) objetivou subsidiar com informações complementares a elaboração da proposta de enquadramento dos corpos hídricos superficiais do Distrito Federal. O documento identificou divergência de posicionamento entre o Conselho de Recursos Hídricos do Distrito Federal (CRH-DF) e a proposta de enquadramento feita pelo Plano de Recursos Hídricos e do Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (PRH-Paranaíba). Para tanto, o documento considerou o conteúdo do Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica (PARH-DF), além do PRHJ-Paranaíba e do documento RP09 – Proposta de Enquadramento dos Corpos Hídricos Superficiais da Bacia do Rio Paranaíba.

A proposta apresentada pelo PRH-Paranaíba considera toda a extensão do Rio São Bartolomeu, da nascente à foz, como *classe 2*. Já a proposta apresentada pelo CRH-DF considera o trecho a partir do lançamento da Estação de Tratamento de Esgoto Planaltina, no Ribeirão Mestre d'Armas até a confluência do Rio Paranoá com o São Bartolomeu como *classe 3*.

O enquadramento proposto pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba adotou três parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), fósforo total e coliformes termotolerantes. Sendo assim, a nota também adotou os mesmos parâmetros com a finalidade de dirimir a divergência entre as duas propostas.

O documento constatou que:

- Em relação ao DBO, nos trechos entre as confluências do Rio Pípiripau e do Rio Paranoá, os valores constatados correspondem à *classe 1*.
- Em relação ao fósforo total, entre as confluências do Rio Pípiripau e do Ribeirão Sobradinho, os valores foram compatíveis com a *classe 4*. Já da confluência do Ribeirão Sobradinho com o Rio Paranoá, os valores estão compatíveis com a *classe 1*. Destaca-se a interferência da chuva nos valores.
- Para coliformes termotolerantes, do Rio Pípiripau ao Rio Paranoá, os valores correspondem à *classe 1*.

A CTP do CRH-DF recomenda a alteração de enquadramento de classe 2, conforme o PRH-Paranaíba, para classe 3 o trecho de ponto de lançamento da ETE Planaltina (coordenadas: 213.489 E; 8.268.397 N) até a confluência do Rio Paranoá no São Bartolomeu.

O documento faz algumas conclusões importantes acerca do tratamento e disposição de esgotos na bacia do São Bartolomeu, entre os quais, destacam-se:

- i) A observância de que o Distrito Federal não dispõe de 100% de coleta de esgoto e lixo, pois há um percentual da população que reside em condomínios irregulares, alertando que a velocidade da ampliação das áreas urbanas é maior do que a capacidade de investimento em saneamento;
- ii) O Distrito Federal não dispõe de aterro sanitário e os resíduos depositados no Lixão da Estrutural geram impactos na bacia do Córrego Vicente Pires e afetam a bacia do São Bartolomeu;
- iii) Não há viabilidade para a exigência de tratamento nas cinco Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) contidas na área de influência do trecho do São Bartolomeu correspondente.

Considerando as conclusões e recomendações do documento acerca do tratamento e disposição de esgoto na bacia do São Bartolomeu e tendo em vista que a *classe 3* abrange parte considerável da extensão do São Bartolomeu, a incapacidade de investimento nas ETEs para tratamento correspondente à *classe 3* e a falta do aterro sanitário no Distrito Federal, atribui-se o escore 0,5 para cômputo do WSI para o Parâmetro Resposta/Indicador Hidrológico Qualitativo.

### 6.3.2 Parâmetro Resposta Indicador Ambiental

O levantamento sobre criação de unidades de conservação na área da bacia do São Bartolomeu foi feito com base em consulta aos sites da Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação do Distrito Federal (SEGETH/DF, 2016) e da Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos do estado de Goiás (SECIMA/GO, 2016). Porém, a pesquisa não encontrou resultados para a criação de unidades de conservação dentro do perímetro da bacia do São Bartolomeu no período entre 2008 e 2013.

Sobre as áreas protegidas, o Relatório-Diagnóstico do PGIRH/DF (2012) aponta para a criação, no âmbito do Plano Diretor de Ordenamento Territorial do Distrito Federal – PDOT (GDF, 2009), de 16 Áreas de Proteção de Mananciais na bacia do São Bartolomeu, incluindo o Lago Paranoá.

Tabela 10: Áreas de Proteção de Mananciais criadas pelo PDOT (GDF,2009) Adaptado de PGIRH/DF (2012)

Área de Proteção de Manancial	Área (há)
Bananal (Lago Paranoá)	376,8
Brejinho (S. Bartolomeu)	983,1
Cabeça de Veado (Lago Paranoá)	355,1
Cachoeirinha (Lago Paranoá)	919,4
Ribeirão do Gama (Lago Paranoá)	467,0
Corguinho (S. Bartolomeu)	1.132,4
Fumal (S. Bartolomeu)	222,1
Mestre D'armas	4.474,6
Paranoazinho (S. Bartolomeu)	4,4

Pipiripau (S. Bartolomeu)	16.434,4
Quinze (S. Bartolomeu)	3.897,2
Santa Maria (Lago Paranoá)	294,5
São Bartolomeu – Norte (S. Bartolomeu)	5.838,2
São Bartolomeu – Sul (S. Bartolomeu)	4.949,4
Taquari (Lago Paranoá)	542,9
Torto (Lago Paranoá)	1.478,9

No total foram criados 41.993,6 hectares de áreas de proteção de mananciais na bacia do São Bartolomeu durante o período analisado para o cálculo do WSI.

O Relatório-Diagnóstico do PGIRG/DF (2012) traz ainda o total de áreas protegidas nas Unidades Hidrográficas de Análise (UHAs), excluindo Áreas de Proteção Ambiental (APAs), na bacia do São Bartolomeu.

Tabela 11: Áreas protegidas nas UHA (excetuando-se APAs) Adaptado de PGIRH/DF (2012)

UHA	Área Total (km²)	Área Protegida (km²)
Alto Rio São Bartolomeu	732,0	34,3
Baixo Rio São Bartolomeu	328,5	41,7
Córrego Bananal	121,9	88,7
Médio Rio São Bartolomeu	191,8	83,4
Ribeirão Cachoeirinha	102,5	0,4
Ribeirão do Gama	149,9	49,7
Ribeirão Papuda	73,6	5,6
Ribeirão Sobradinho	145,6	15,4
Rio Paranoá	337,0	71,3
Rio Pipiripau	231,8	172,0
Rio Santa Maria	203,8	2,2

Portanto, cerca de 56.470 hectares da bacia do São Bartolomeu são de áreas protegidas, incluindo unidades de conservação, áreas de proteção de mananciais e parques urbanos (aproximadamente 16% do total de áreas protegidas).

Dos 56.470, considerou-se os 41.993, 6 hectares de APMs criados em 2009, o que representa um incremento de 288,9% em áreas protegidas na bacia.

Tal valor desconsiderou as APAs, pois tal categoria é excessivamente abrangente em área e permissiva em relação ao uso do solo. Sendo a variação nas áreas protegidas na bacia do São Bartolomeu maior do que 20% para o período entre 2008 e 2013, temos o escore 1 para o Parâmetro Resposta/Indicador Ambiental.

### 6.3.3 Parâmetro Resposta Indicador de Desenvolvimento Humano

Considerando os valores das médias ponderadas, conforme demonstrado no item 7.1.3, temos os valores de 0,714, para o ano de 2008, e 0,780, para o ano de 2013. A variação de 9,23% corresponde ao escore de 0,5 para o cômputo do WSI para o Parâmetro Resposta/Indicador de Desenvolvimento Humano.

*Tabela 12: IDHM dos municípios da bacia do São Bartolomeu. Fonte: IBGE*

Município	IDHM (2008)	IDHM (2013)
Planaltina – GO	0,626	0,711
Cidade Ocidental – GO	0,693	0,746
Luziânia – GO	0,661	0,742
Cristalina – GO	0,656	0,725
Distrito Federal	0,805	0,859
Formosa – GO	0,704	0,783
Valparaíso - GO	0,714	0,779

### 6.3.4 Parâmetro Resposta Indicador de Políticas Públicas

Para avaliar a evolução nos gastos em Gestão Integrada de Recursos Hídricos, consideraremos os investimentos feitos nos dois principais programas de recuperação ambiental e gestão integrada realizados na bacia durante o período adotado para o WSI.

De acordo com a Fundação Banco do Brasil (FBB, 2013), foram investidos R\$ 9,19 milhões, no âmbito do PSBV, para as ações de recuperação da bacia do São Bartolomeu entre o período de 2008 a 2013.

Para o Programa Produtor de Água, embora houvesse previsão de investimento, através do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, para

a bacia do São Bartolomeu na ordem de 350 milhões de reais (PAC, 2008), não se efetivou investimento nessa grandeza. De acordo com o colaborador do programa Dr. Henrique Marinho Leite Chaves, em comunicação pessoal, o Programa Produtor de Água – Pípiripau contou com o aporte de cerca de 1 milhão de reais em valores atuais. As demais regiões da bacia do São Bartolomeu ainda não foram contempladas com o programa.

Considerou-se, também, os gastos realizados pelas agências distritais, como ações do programa Água é Vida, que abrangeu áreas da bacia do São Bartolomeu dentro do Distrito Federal e estabeleceu um termo de cooperação técnica entre a ADASA e a UNESCO, denominado Projeto de Cooperação Técnica Internacional para Desenvolvimento de Estudos e Organização Institucional da ADASA (PRODOC).

Além dos investimentos iniciais realizados pela ADASA, a UNESCO realizou desembolsos para intervenções consideradas importantes. Entre elas, destacam-se: a revisão do PGIRH, a inserção do PGIRH no Sistema Informatizado para gerenciamento dos recursos hídricos do Distrito Federal, a elaboração do Plano de Saneamento Básico do Distrito Federal e Entorno, em consonância com as políticas públicas distritais e nacionais e apoio à estruturação das unidades de gerenciamento de bacias hidrográficas do DF.

O cronograma de desembolso da UNESCO para o ano de 2009 empenhou, em valor nominal, cerca de R\$ 7.341.106,50 consignados no orçamento da ADASA, destinados à fiscalização dos serviços de água e esgoto, gestão participativa de bacias hidrográficas, fiscalização de recursos hídricos, regularização do uso recursos hídricos, regulação técnica do uso dos recursos hídricos (PRODOC, 2009). De acordo com auditoria do Tribunal de Contas do Distrito Federal (TCDF, 2010), o Programa Água é vida recebeu o total de R\$ 17,3 milhões, dos quais 52,8 % foram executados.

Tabela 13: Valores nominais e corrigidos para os investimentos nos três principais programas

<b>Programa</b>	<b>Ano</b>	<b>Valor (R\$) nominal</b>	<b>Valor (R\$) corrigido pelo IPC-A</b>
PPA-Pípiripau	2010 - atual	-	1.000.000,00
São Bartolomeu Vivo	2009 - 2013	9.190.000,00	11.241.037,98
Água é Vida	2009	9.134.400,00	14.367.833,91

Total	25.608.871,89
-------	---------------

Para este trabalho, foram considerados investimentos realizados no período entre 2008 e 2013, pois não constou, nos levantamentos realizados durante a pesquisa, a existência de programas com investimentos e ações de grande porte anteriores a 2008. Não havendo valor anterior para cálculo da variação na importância dos investimentos, arbitrou-se, com base nos levantamentos sobre investimentos nos três programas supracitados, o escore de 0,75 para o cômputo do WSI Parâmetro Resposta/Indicador de Políticas Públicas.

#### 6.4. Valor Global do WSI

Com os resultados relativos aos indicadores de Hidrologia (H), Ambiente (E), Desenvolvimento Humano (L) e Políticas Públicas (P), foi possível preencher os valores do WSI a fim de calcular uma média que representa o valor global do WSI para a bacia do São Bartolomeu.

Tabela 14: WSI Global para a bacia do Rio São Bartolomeu

Indicador	Pressão		Estado		Resposta		Média
	Nível	Escore	Nível	Escore	Nível	Escore	
<b>Hidro – Quant.</b>	11,29%	0,25	1999,58 m <sup>3</sup> por habitante/ano	0,25	Regular	0,5	0,46
<b>Hidro – Qual.</b>	-1,77%	0,75	4,43 mg/l	0,5	Regular	0,5	
<b>Ambiente</b>	12,67%	0,25	15,52	0,5	288,9%	1,0	0,58
<b>Des. Humano</b>	4,26%	0,75	0,78	0,75	9,23%	0,5	0,67
<b>Políticas Públicas</b>	17,64%	1,0	Excelente	1,0	Boa	0,75	0,92
<b>Valor global WSI</b>							0,66
<b>Classificação</b>							Médio

#### 6.5. Considerações acerca da sustentabilidade da Bacia do São Bartolomeu

Analisando os valores que compõem a tabela do WSI Global para a bacia do São Bartolomeu, evidenciam-se os pontos fortes e fracos da sustentabilidade da bacia. Nota-se que o componente hídrico quantitativo representa o fator mais limitante para a viabilidade ambiental da bacia para os próximos anos. A disponibilidade hídrica atual da bacia, de cerca de 1999,58 m<sup>3</sup>/hab ano per capita, caminha rapidamente para a demanda hídrica mínima social, estabelecida pela ONU, de 1000 m<sup>3</sup>/hab ano (BRANCO, 2006). Assim, utilizando a “analogia do barril” dos nutrientes que limitam o crescimento das plantas, em que cada elemento constitui uma das ripas e, se apenas uma delas estiver seccionada, será aquele o ponto limite de carga do barril, podemos estender tal metáfora para a sustentabilidade das bacias, principalmente no que diz respeito ao componente hidrológico, do qual todos os demais estão em função.

Atualmente, o Distrito Federal atravessa um período crítico com relação ao abastecimento urbano e rural de recursos hídricos. Neste mês, novembro de 2016, a ADASA adotou medidas de racionamento que atingem 88% dos moradores do Distrito Federal.

Outro fator que chama atenção, analisando as imagens dos satélites LANDSAT-5 e LANDSAT-8, é a quantidade expressiva de áreas irrigadas para a agricultura, o que demanda o desenvolvimento de infraestrutura e tecnologia para melhorar o aproveitamento dos reservatórios e otimizar o uso da água por meio de técnicas de irrigação.

Tal dinâmica de ocupação foi a principal responsável pelo gargalo representado pela escore 0,25 para o parâmetro pressão no indicador ambiental, já que o cálculo de EPI demonstrou avanço se áreas antropizadas sobre áreas naturais. Além do crescimento das áreas para uso agrícola, pastagens e áreas degradadas, soma-se o crescimento das áreas urbanas e loteamentos durante o período de 2008 até 2013.

As possíveis alternativas para melhorar os índices limitantes na bacia do São Bartolomeu passam por melhor aproveitamento hídrico, recuperação de áreas degradadas, criação de novas áreas protegidas, com ênfase em Unidade de Conservação de Proteção Integral, e instrumentos como Zoneamento Ecológico-Econômico.

Programas como o Projeto Rio São Bartolomeu Vivo e Produtor de Água também contribuem de forma positiva para a sustentabilidade da bacia. Não apenas pelos benefícios mais tangíveis oferecidos por esses programas, como a otimização do aproveitamento hídrico, recarga de lençóis freáticos e recuperação de áreas degradadas, como também pelos intangíveis, como a conscientização da coletividade e usuários em torno das ações de recuperação e conservação da bacia.

Como pontos fortes, a bacia apresentou a melhoria nos índices de desenvolvimento humano, os avanços na capacidade institucional, gestão integrada e programas de preservação na bacia.

### 6.6. Comparando o WSI da bacia do São Bartolomeu com outras bacias hidrográficas da América Latina

Aproveitando o trabalho de Chaves (2009), podemos comparar o WSI da bacia do São Bartolomeu com o valor do WSI das bacias hidrográficas de outros rios importantes da América Latina. São elas: bacia do Rio Antaquera (Bolívia), bacia do Canal do Panamá (Panamá), bacia do Rio São Francisco Verdadeiro (sudoeste do estado do Paraná), Bacia do Rio Elqui (Chile) e a bacia do Ribeirão Pipiripau.

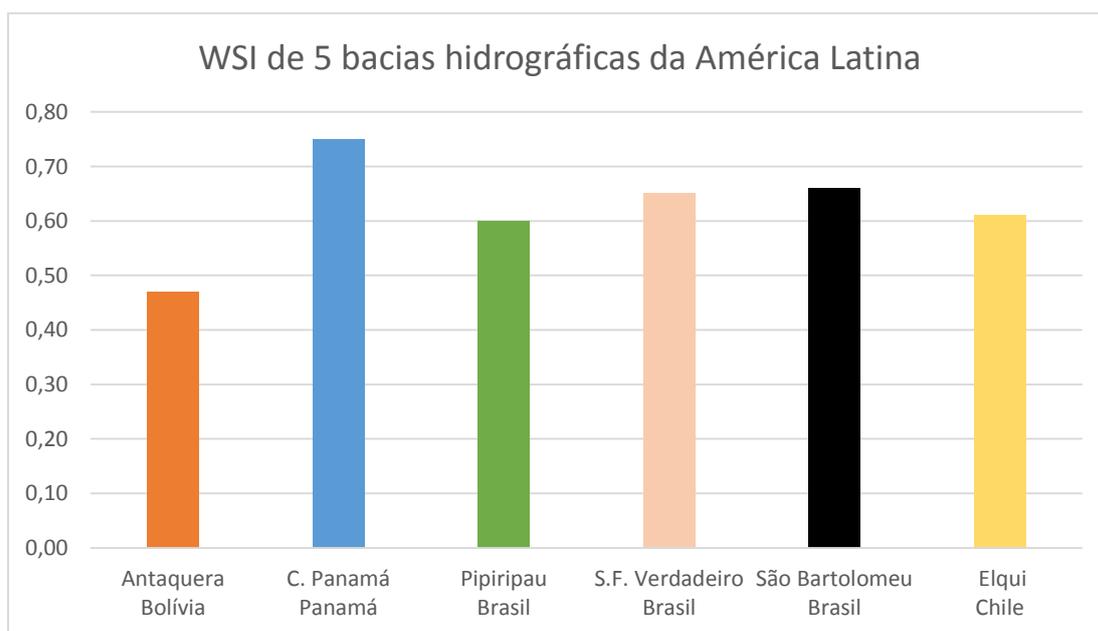


Figura 12: valores globais de WSI para bacias hidrográficas da América Latina.

Em relação às bacias hidrográficas de outros países, observa-se que a bacia do São Bartolomeu guarda semelhança com a bacia do rio Elqui, no Chile, ao compararmos as fragilidades. Já a semelhança com a bacia do Canal do Panamá ocorre ao compararmos os pontos fortes da bacia do São Bartolomeu. As bacias do Ataquera e do São Francisco Verdadeiro não apresentam semelhanças nas avaliações dos pontos fortes e fracos com a bacia do São Bartolomeu.

## **7. Conclusão**

Embora a sustentabilidade da bacia do Rio São Bartolomeu esteja classificada como média dentro do conjunto de categorias do WSI, o fator hidrológico quantitativo obteve escores baixos para os parâmetros Pressão e Estado, indicando a necessidade urgente de adoção de medidas que mitiguem a pressão sobre a oferta de recursos hídricos aproveitados da bacia do São Bartolomeu.

O indicador ambiental também apontou grande pressão sobre as áreas naturais da bacia do São Bartolomeu. Durante o período estudado, observou-se a intensificação da ocupação do solo com áreas urbanas, pastagens, agricultura anual e loteamentos em áreas rurais e urbanas. Tal fator redundou em escore baixo para o indicador ambiental no parâmetro pressão. Porém, a criação das Áreas de Proteção Mananciais surgiu como resposta positiva à finalidade de promover boas práticas de manejo nessas áreas.

Como fatores positivos, destacaram-se as políticas públicas, com o conjunto de arranjos institucionais e organizacionais surgidos durante o período analisado, e o desenvolvimento humano do Distrito Federal, responsável pela maior contribuição aos IDHs na área da bacia. O Distrito Federal consolidou um conjunto expressivo de instrumentos de gestão integrada de recursos hídricos que afetam positivamente a avaliação integrada da sustentabilidade da bacia do São Bartolomeu.

Em relação à comparação com outras bacias hidrográficas da América Latina, a bacia do São Bartolomeu aparece na segunda colocação. Tal posição

de destaque foi conquistada devido aos recursos humanos e institucionais alocados para o desenvolvimento de práticas de preservação da bacia do São Bartolomeu.

Destacam-se ainda os programas Projeto Rio São Bartolomeu Vivo e Programa Produtor de Água como ações que caminham em direção às Metas e Objetivos do Milênio, declarados pela ONU, principalmente os de assegurar a sustentabilidade ambiental e combater a fome e pobreza extrema.

## 8. Referências

BRANCO, O. E. A. **Avaliação da disponibilidade hídrica- conceitos e aplicabilidade.** Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2012/04/Disponibilidade-H%C3%ADrica.pdf>. Acesso em 12 de novembro de 2016.

BRASIL. **Programa de Aceleração do Crescimento – Distrito Federal.** Brasília-DF, 2008. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/pub/up/relatorio/375e103a07db63b9e5f07dc8684cce5b.pdf>. Acesso: 10 de novembro de 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Programa do Produtor de Água - Relatório de Diagnóstico Socioambiental da Bacia do Ribeirão Pípiripau.** Brasília, 2010.

CAMELO, A. P. S. **Informações referentes à bacia do ribeirão Pípiripau.** 2009 (Relatório).

CHAVES, H.M.L. & ALIPAZ, S. **An Integrated Indicator based on Basin Hydrology, Environment, Life, & Policy: The Watershed Sustainability Index.** *Water Resour. Management.* 21:883-895, 2007.

CHAVES, Henrique Marinho Leite. **Avaliação integrada da sustentabilidade de quatro bacias hidrográficas latino-americanas.** In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009, Campo Grande.

CHAVES, Henrique Marinho Leite. **Aplicação dos indicadores de impacto, quantificação e valoração dos serviços hidroambientais das ações do PPA-Pipiripau, no contexto do Programa Água Brasil.** Programa Água Brasil – WWF. Brasília, 2015.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL – CAESB. **Plano de Proteção Ambiental da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Pipiripau: Diagnóstico Ambiental.** Brasília. 2001.

CORTÉS AE, OYARZÚN R, KRETSCHMER N, CHAVES H, SOTO G, SOTO M, AMÉZEGA J, RÖTTING T, SEÑORET M, MATURANA H. **Application of the Watershed Sustainability Index to the Elqui river basin, North-Central Chile.** *Obras y Proyectos* 2012.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal. Relatório Final: Diagnóstico.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal, v. 1, 2012.

\_\_\_\_\_. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal. Relatório Final: Prognóstico.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal, v. 2, 2012.

\_\_\_\_\_. **Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos do Distrito Federal. Relatório Síntese.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal, v. 3, Brasília-DF, 2012.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Atividades 2008.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Brasília-DF, 2008.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Atividades 2009.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Brasília-DF, 2009.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Atividades 2010.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Brasília-DF, 2010.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Atividades 2011.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Brasília-DF, 2011.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Atividades 2012.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Brasília-DF, 2012.

\_\_\_\_\_. **Relatório de Atividades 2013.** ADASA – Agência de Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Brasília-DF, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.** In: <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rj&tema=idhm>. Acesso: novembro de 2016.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL – FBB; FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA – FUNATURA. **Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Bacia do Rio São Bartolomeu.** Brasília, 2008.

TRIBUNAL DE CONTAS DO DISTRITO FEDERAL – TC/DF. **Auditoria Operacional na Gestão de Recursos Hídricos do DF.** Brasília, 2010.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO HUMANO  
– PNUD. **Atlas do Desenvolvimento Humano**. 2016. Consultado em novembro  
de 2016.